

Ciencia *y* Desarrollo

Mayo/Junio del 2001 • Volumen XXVII • Número 158 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00



El náhuatl en la historia de México

Los últimos 30 años del siglo
Los sistemas computacionales abiertos
Gases de invernadero generados de residuos sólidos
¿Qué es la agroclimatología de cultivos?
Diagnóstico de la industria cerámica de México



Director General
Jaime Parada Ávila

Director Adjunto de Investigación Científica
Alfonso Serrano Pérez Grovas

Director Adjunto de Modernización Tecnológica
Guillermo Aguirre Esponda

Director Adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional
Manuel Méndez Nonell

Director Adjunto de Coordinación del Sistema SEP-Conacyt
Felipe Rubio Castillo

Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica
Gildardo Villalobos García

Directora Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas
Claudia González Brambila

Director Adjunto de Administración y Finanzas
Gabriel Soto Fernández

Director de Asuntos Jurídicos
José de la Garza Grave



SEP - CONACYT

Director Editorial
Armando Reyes Velarde

Subdirector Editorial
Carlos Monroy García

Consejo editorial: René Druker Colín, José Luis Fernández Zayas, Oscar González Cuevas, Pedro Hugo Hernández Tejeda, Alfonso Larqué Saavedra, Jaime Litvak King, Lorenzo Martínez Gómez, Humberto Muñoz García, Ricardo Pozas Horcasitas, Alberto Robledo Nieto, Alfonso Serrano Pérez Grovas.

Asesores editoriales: Guadalupe Curiel Defossé y Mario García Hernández

Asistentes editoriales: Josefina Raya López y Margarita A. Guzmán Gómora

Redacción: Concepción de la Torre Carbo y Andrés Jiménez Fernández

Coordinación de producción: Jesús Rosas Espejel

Producción: Carolina Montes Martínez

Diseño e ilustración
Agustín Azuela de la Cueva y Elvis Gómez Rodríguez

Impresión
Talleres Gráficos de México
Canal del Norte 80, 06280 México, D.F.

Distribución
Intermex, S.A. de C.V.
Lucio Blanco 435,
Col. San Juan Tlhuaca, 02400 México, D.F.

Suscripciones y ventas
Alicia Villaseñor
Av. Constituyentes 1054, edificio anexo, 1er piso
Col. Lomas Altas, C.P. 11950 México, D.F.
5327 74 00, ext. 7044

Consulte la página Internet del Conacyt, en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.conacyt.mx>

Ciencia y Desarrollo es una publicación bimestral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), editada por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial sin la expresa autorización de la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Certificado de licitud de título de publicación: 259, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, expediente 1/342799/1271, del 22 de agosto de 1979. Reserva al título en Derechos de Autor núm. 04-1998-42920332800-102, del 29 de abril de 1998, expedido por la Secretaría de Educación Pública.

Autorizada como correspondencia de segunda clase. Registro DGC núm. 0220480, características 229621 122. Certificado de licitud de contenido núm. 112.

Producida por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica, con dirección en avenida Constituyentes 1054, Col. Lomas Altas, Delegación Miguel Hidalgo, 11950 México, D.F., teléfono 5327 74 00, ext. 7800 y 7801.

Editorial

En un periodo de 30 días, representantes de las distintas esferas que componen el ámbito científico y tecnológico del país manifestaron opiniones que, sin duda, permitirán sustento más sólido y mayor coherencia a los esfuerzos por integrar un documento que logre una mejor organización de los esfuerzos nacionales en materia de ciencia y tecnología.

Aportación de experiencias particulares y colectivas, presentación de sugerencias cuyas consecuencias pueden considerarse de carácter general, aspiraciones, proyectos. Una rica gama de puntos de vista fue registrada por el Conacyt en los Foros de Consulta sobre Ciencia y Tecnología en distintos sitios de la república, organizados bajo la premisa de buscar equilibrio tanto de representación social como regional.

Estas opiniones habrán de enriquecer los lineamientos que guían el ejercicio científico y tecnológico en México y ejercerán, asimismo y como consecuencia, influencia en los programas sustantivos mediante los cuales el Conacyt lleva a cabo los aspectos centrales de su actividad: Formación de Recursos Humanos de Alto Nivel, Apoyo a la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico, Desarrollo Regional y Divulgación Científica.

No podrá ser de otra forma cuando, para contribuir al mejoramiento del comportamiento oficial, los principales actores del proceso que debe conducir a un nivel más elevado la práctica científica y tecnológica del país han participado tan decididamente y aportado voluntad y conocimientos.

Cabe señalar también que de esta manera nos acercamos al perfeccionamiento de un ejercicio sano para un pueblo con aspiraciones de crecimiento democrático como el nuestro: buscar y saber escuchar, si bien queda pendiente la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, metas de fundamental trascendencia sin cuya efectiva realización el esfuerzo no puede considerarse terminado. ●

Ciencia y Desarrollo

MAYO • JUNIO DEL 2001 • VOLUMEN XXVII • NUMERO 158

Editorial

1



Los sistemas computacionales abiertos

4

Un medio de rápido desarrollo tecnológico

JESÚS LEYVA RAMOS Y
JULIÁN PRIETO MAGNUS

Gases de invernadero generados de residuos sólidos

50

MA. NEFTALÍ ROJAS VALENCIA, CLAUDIA SHEINBAUM
PARDO Y MA. TERESA ORTA LEDESMA

Publicación electrónica en ciencia

60

Retos y oportunidades

ANA MARÍA CETTO

Los últimos 30 años del siglo

64

Una mutación científico cultural

MIREIA ARTÍS Y ALICIA LARA

La radiación ultravioleta y la fisiología vegetal

12

SILVIA BERROCAL IBARRA
Y LUCERO DEL MAR RUIZ POSADAS

Diagnóstico de la industria cerámica en México

20

DAVID RÍOS JARA

¿Qué es la agroclimatología de cultivos?

30

DANIEL FRANCISCO CAMPOS ARANDA

El náhuatl en la historia de México

42

Entre la exclusión y la integración

PILAR MÁYNEZ



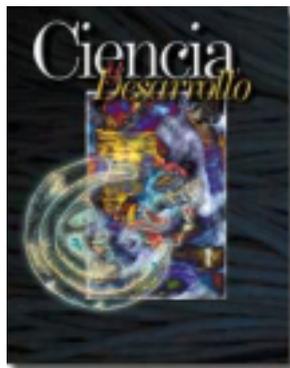
Los números, la física, la química y la biología

72

Parte III

MARIO GARCÍA HERNÁNDEZ

El náhuatl en la historia de México. Ilustración de Agustín Azuela.



Notas

Cáncer no es sinónimo de muerte 78

JOSÉ LUIS CARRILLO AGUADO

Premio Internacional de Innovaciones en Políticas de Salud José Luis Bobadilla 81

Descubriendo el Universo 82

El telescopio más grande del mundo
Un paseo por los cielos de mayo y junio del 2001
 JOSÉ DE LA HERRÁN

Alaciencia de frioleras 86

Topografía médica
 MIGUEL ÁNGEL CASTRO MEDINA



Deste lado del espejo 90

MARCELINO PERELLÓ
La canas verdes del doctor Negro
Las cuatro reglas de Newton
Riquísima, pero con una tengo...
Muchos eslabones y pocos cortes

La ciencia y sus rivales 94

Carta al Príncipe
 MARIO MÉNDEZ ACOSTA

Reseña 96

Moléculas mágicas
 CÉSAR MEDINA SALGADO

Comunidad Conacyt 98

Foro sobre desarrollo tecnológico
Presentación del libro Desarrollando sistemas de innovación. Mexico en un contexto global
Reunión del ingeniero Jaime Parada Ávila con el Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados
Nuevos nombramientos en el Conacyt
Sistema integrado de información sobre investigación científica y tecnológica
Foros de Consulta sobre Ciencia y Tecnología

Nuestra ciencia 104

Biorremediación marina. Nuevos descubrimientos en sedimentos enterrados
Centro UNAM-HARLAN. Producción de animales de alta calidad para la investigación biomédica

La ciencia en el mundo 106

BIP 2000, el robot bípedo que camina
Mosquito transgénico para erradicar el paludismo

Los autores 108

Información para los autores 112

comput



Los sistemas *accionales* abiertos

*Un medio de rápido desarrollo
tecnológico*

JESÚS LEYVA RAMOS Y JULIÁN PRIETO MAGNUS



E

n un ambiente acelerado de desarrollo tecnológico y de dinamismo en los negocios, los sistemas abiertos de información adquieren cada vez mayor relevancia. Estos sistemas permiten crear una plataforma computacional que puede evolucionar junto con los nuevos desarrollos tecnológicos y los cambios en las organizaciones. Los sistemas abiertos permiten la interconexión de los sistemas de información y hacen posible trasladarlos a diferentes arquitecturas computacionales.

Inicio de los sistemas abiertos

Los sistemas abiertos se desarrollaron a partir de la necesidad de que diferentes equipos y sistemas computacionales se comunicaran entre sí. Inicialmente los sistemas computacionales eran exclusivos, y esto quiere decir que eran propiedad de una sola compañía y no resultaban compatibles con los de otras empresas. Incluso, estos sistemas no eran compatibles ni siquiera con los diferentes modelos de computadoras de la misma empresa.

A mediados de la década de los años sesenta, IBM introdujo la familia de equipos 360, que utilizaba el sistema operativo OS/360 y que se emplearía en toda esa familia, y este fue el primer paso para lograr que los sistemas operativos funcionaran con diferentes modelos de computadoras.¹ El sistema operativo UNIX se desarrolló en los laboratorios Bell hacia los inicios de la década de los setenta,² y por sus características tendría posteriormente gran importancia. A finales de dicho decenio, la compañía Digital Equipment Corporation lanzó al mercado las computadoras VAX, que utilizaban el sistema operativo VMS, algunas de cuyas serían incluidas como parte de los estándares para sistemas operativos abiertos.

Un sistema que tuvo gran importancia fue el MS-DOS, desarrollado por Microsoft en los inicios de la década de los ochenta, para ser utilizado en las computadoras personales de IBM. A finales de dicha década, la IBM definió la SAA (System Applications Architecture), que está basada en estándares de IBM y permitiría la interoperabilidad de diferentes equipos en una red de computadoras.

Con posterioridad, Windows, de Microsoft, complementaría el MS-DOS, agregando una interfaz gráfica que haría más fácil la interacción del usuario con la computadora, y actualmente, el sistema operativo Windows, en sus diferentes versiones, es el más utilizado en las computadoras personales. Otro gran impulso que se dio a los sistemas abiertos fue por parte de los Estados Unidos y la Unión Europea, debido a la especificación de que algunas de las compras gubernamentales de tecnología tendrían que ser sistemas abiertos y basados en estándares.

Al observar estas iniciativas gubernamentales y la presión de las empresas para estandarizar sus sistemas, la mayoría de los fabricantes de computadoras crearon sus sistemas abiertos, principalmente basados en el sistema operativo UNIX.

Estándares de los sistemas abiertos

Para que los sistemas computacionales de diferentes proveedores puedan comunicarse es necesario establecer estándares que les permitan interoperar. Así, primero es importante reconocer que existen dos tipos de ellos; 1) los *de jure*, definidos por instituciones que se dedican a definir estándares, y 2) los *de facto*, que se adoptan por su amplio uso en la industria.³ Por ejemplo, el código ASCII es un estándar definido por la ANSI (American National Standards Institute), que se utiliza en todas las computadoras personales y gran parte de las minicomputadoras para definir los códigos del alfabeto, mientras que otros estándares como el MS-DOS de Microsoft son *de facto*, por su amplio uso.

Existe un número muy grande de estándares para sistemas abiertos y, por lo tanto, es conveniente establecer una clasificación que nos permita compararlos y comprender su aplicación. El primer grupo de estándares que discutiremos es el de los sistemas operativos, de los cuales uno de los más utilizados en diferentes plataformas es UNIX; sin embargo, para estandarizar sus versiones se realizaron diversas iniciativas entre los fabricantes de *software* y *hardware*, como el UNIX System V, definido por UNIX International e impulsado por AT&T. Una iniciativa que ha tenido mucho éxito al estandarizar los sistemas operativos es el POSIX (Portable Open Systems Environment)⁴ que expuso el IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Éste ha servido para estandarizar UNIX y también para que otros sistemas operativos modernos, como el Windows NT de Microsoft y el Open VMS de Digital Equipment Corporation, sean POSIX compatibles. La OSF (Open Software Foundation) definió el (OSF/DCE), donde DCE significa Distributed Computing Environment. Este ambiente está compuesto de

varios servicios que permiten integrar diferentes sistemas operativos a fin de comunicarlos por medio de una red. Entre los servicios de DCE se encuentran los DTS (Distributed Time Services), para sincronizar los relojes; los DFS (Distributed File Services), para poder tener acceso a los archivos; los DCE (Directory Services), para acceder los diferentes servidores, y algunos otros, cuyo objeto es que los sistemas operativos de diferentes fabricantes puedan funcionar de manera abierta en una red de computadoras.

Un grupo muy importante de estándares es el de las comunicaciones. La ISO (International Standards Organization) creó un modelo de comunicaciones llamado OSI (Open Systems Interconnection),⁵ formado por siete niveles que definen los servicios de comunicación en cada uno y es útil como referencia para comparar las diversas arquitecturas comunicacionales que existen. A partir de los OSI han surgido otros estándares, como el MAP (Manufacturing Automation Protocol), impulsado por la General Motors para aplicarlo a la manufactura. Uno de los estándares más populares es el TCP/IP, que es el protocolo de comunicación utilizado en Internet;⁶ además, dado su amplio uso en la red, también se ha establecido como un estándar para la comunicación en las redes locales que utilizan las empresas. El estándar Ipv6, publicado por la IETF (Internet Engineering Task Force), promete reemplazar a la versión actual de TCP/IP IPv4 en un futuro cercano. Se han establecido otros estándares de comunicaciones para usar las redes telefónicas como medio de comunicación, entre los que están el X.25 de la CCITT (International Consultative Committee for Telegraph and Telephone) para comunicarse por redes públicas de datos en las ciudades y el ATM (Asynchronous Transfer Mode) para mandar información de voz, video y datos.

Para el manejo de bases de datos es necesario tener estándares que hagan posible consultar la información que se encuentra en diferentes bases. Uno de los estándares con mayor aceptación es el SQL (Structured Query Language), que sirve para consultar y actualizar la información en las bases de datos relacionales, y posteriormente, en 1992, la ISO terminó el estándar SQL-92, que

amplió el anterior, a fin de incluir operadores y juntar tablas relacionales que permiten realizar consultas con más combinaciones en la base de datos, además de otras características importantes. Más adelante, en 1998, el estándar SQL3 de la ISO amplió de nuevo el estándar anterior y algunas de las características nuevas que incluyen a los activadores, pequeñas rutinas que actúan al ocurrir un evento en la base de datos. Actualmente, la mayoría de los fabricantes de bases de datos soportan SQL-92 y algunos de ellos tienen varias ya características de SQL3 para proporcionar bases de datos más poderosas.

La programación orientada a los objetos se utiliza actualmente en los sistemas operativos con interfaz gráfica, como Windows, Macintosh y Motif. Esto nos permite interactuar fácilmente con las computadoras por medio de un ratón y una pantalla con objetos gráficos como ventanas, botones, etc. Para que dichos objetos gráficos se comuniquen en una computadora y a través de redes con otras computadoras se necesitan estándares para comunicación de objetos distribuidos, y uno de los principales en esta área es el CORBA (Common Object Request Broker) definido por OMG, que establece cómo deben ser las interfaces para la comunicación de objetos que están distribuidos en una red de computadoras. Otro estándar en esta área es el DCOM (Distributed Common Object Model) de Microsoft, que por el amplio uso del sistema operativo Windows se está volviendo muy popular. La compañía Sun Microsystems también proporciona una manera de comunicar objetos distribuidos entre aplicaciones Java, que se denomina RMI (Remote Method Invocation), y funciona únicamente entre aplicaciones del lenguaje Java, además de tener importancia por el amplio uso de dicho lenguaje diferentes plataformas.

El concepto de Middleware se ha definido como un *software*, y permite que las aplicaciones orientadas a objetos puedan tener acceso a bases de datos de diferentes proveedores. Lo anterior redundaba en una conectividad desde aplicaciones gráficas como Windows, Macintosh y Motif a bases de datos por medio de redes de computadoras. La ODBC (Open Database Connectivity) es un estándar de Microsoft que permite conectarse desde Win-

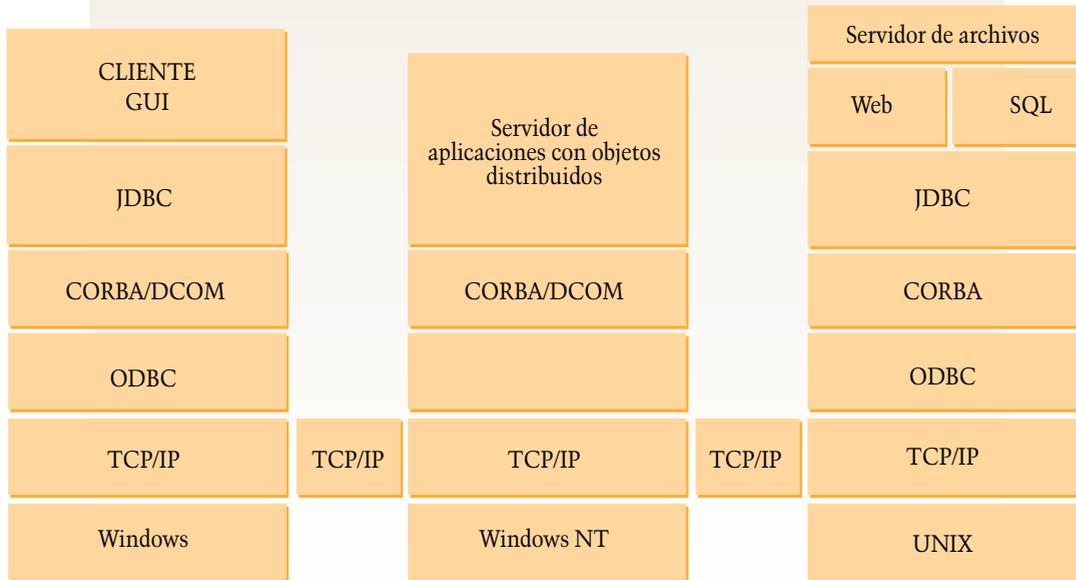
dows a diversas bases de datos como Oracle, Informix y SQL Server, entre otras. En el caso de aplicaciones de Internet existe otro estándar llamado JDBC (Java Database Connectivity), para conectarse desde cualquier aplicación desarrollada en Java a diversas bases de datos. Este estándar tiene la ventaja de que puede utilizarse desde cualquier computadora con soporte a Internet y Java, para conectarse también con las principales bases de datos. En la tabla 1 se presenta una clasificación de los principales estándares en los diferentes niveles.



Tabla 1
Clasificación de los principales estándares para sistemas abiertos

Area	Estándar	Organización
Sistemas operativos	UNIX System V POSIX Windows, MS-DOS DCE	UI (AT&T) IEEE Microsoft OSF
Comunicaciones	OSI TCP/IP X.25	ISO IETF CCITT
Bases de datos	SQL-89 SQL-92 SQL3	ANSI ISO ISO
Objetos distribuidos	CORBA DCOM RMI	OMG Microsoft Sun Microsystems
Middleware	ODBC JDBC	Microsoft Sun Microsystems

Figura 2
Arquitectura computacional abierta de tres componentes



Estructura de una plataforma computacional abierta

Los sistemas abiertos deben servir como plataforma para que las organizaciones puedan evolucionar con sus sistemas computacionales. Cambiar de arquitectura computacional es muy costoso, tanto en inversión monetaria como en el tiempo que lleva capacitar al personal, configurar, instalar y aprender a trabajar con los sistemas de información. Por esta razón, se sugiere que los sistemas de cómputo evolucionen, adaptándose a las nuevas tecnologías e integrándolas a la arquitectura computacional ya existente. Para lograr una evolución gradual de los sistemas de cómputo se necesita tener una base que permita integrar la información e intercambiarla con las nuevas tecnologías; de esta forma, los sistemas abiertos hacen posible tener una plataforma para enfrentarse a los cambios tecnológicos y de negocios en este siglo. La estructura de dicha plataforma se muestra en la figura 1, en la cual se aprecia que serviría de base para la adopción de nuevas tecnologías, proporcionando el soporte necesario en diferentes niveles.

De acuerdo con esta plataforma, es necesario seleccionar los estándares que se van a utilizar para dar soporte

a cada nivel. Estos estándares pueden ser *de jure* o *de facto*, y una vez seleccionados se puede definir una arquitectura computacional abierta. En los inicios de los años noventa, las arquitecturas basadas en la red tenían dos componentes principales, el servidor y el cliente. Este modelo funcionó durante algunos años, pero posteriormente se descubrió que el desempeño estaba limitado por la capacidad de la red de computadoras que conectaba al servidor con los clientes. Se puede visualizar, entonces, que en el futuro (y actualmente en algunas aplicaciones) las arquitecturas basadas en redes de computadoras van a tener, por lo menos, tres componentes: 1) el servidor de archivos (y bases de datos); 2) el cliente, y 3) un servidor de aplicaciones.

En la figura 2 puede observarse una arquitectura computacional abierta de tres componentes, seleccionando algunos de los principales estándares en sistemas abiertos. El servidor de aplicaciones es el nuevo componente que permite ejecutar las aplicaciones en forma cooperativa con el cliente, de tal forma que el servidor de aplicaciones esté en estrecho contacto con el de archivos por medio de una red de alta velocidad y realice procesos que requieren de acceso frecuente a los datos. Se prevee que esta arquitectura se extenderá a diversos componentes, dado

que con el soporte de objetos distribuidos se pretende correr una aplicación en cualquier equipo conectado a la red.

Ventajas de los sistemas abiertos

Es importante señalar las ventajas que tienen los sistemas abiertos, y en este punto resulta conveniente definirlos: Es un sistema que implanta suficientes especificaciones abiertas para interfaces, servicios y formatos de soporte, a fin de permitir al *software* de aplicación: a) ser transportado con cambios mínimos a un amplio rango de sistemas; b) interactuar con otras aplicaciones en sistemas locales y remotos, y c) interactuar con usuarios en un estilo que les facilite su aprendizaje.

En la definición anterior podemos observar que uno de los principales beneficios de los sistemas abiertos es la transportabilidad, de manera que no dependamos del *hardware* para poder correr una aplicación en diferentes equipos. En esta área de la transportabilidad de aplicaciones, el lenguaje C ha permitido lograr su traslado con cambios mínimos de una plataforma a otra. En la actualidad, el lenguaje Java permite que las aplicaciones orientadas a objetos para Internet, desarrolladas en este lenguaje, se puedan correr sin ningún cambio en cualquier computadora conectada a la red. Este beneficio de la transportabilidad ha logrado gran crecimiento en el uso de Java durante los últimos tres años y se visualiza como el lenguaje de mayor empleo en el futuro. Otro beneficio de los sistemas abiertos es la interoperabilidad, de tal manera que las aplicaciones desarrolladas en diferentes plataformas y lenguajes puedan comunicarse, y alcanzar la interoperabilidad de los sistemas es muy importante para que las empresas puedan integrar la información. Esta integración adquiere mayor relevancia, debido a que un mundo cada vez más competitivo obliga a las organizaciones a responder con mayor rapidez a su entorno. La escalabilidad es también un beneficio de los sistemas abiertos, que al ser transportables permite migrarlos a equipos con mayor capacidad mientras se crece y la tecnología se desarrolla.

Por último, los posibles beneficios tendrían que reflejarse en el aspecto económico, ya que en este terreno, al poder preservar las inversiones en infraestructura computacional, resulta benéfico no tener que adquirir equipo nuevo cuando se cuenta con una versión reciente del *software*. También, la interoperabilidad permite adquirir paquetes ya desarrollados, que puedan interactuar con los sistemas existentes a un costo menor. De esta manera, a largo plazo y para proteger las inversiones en sistemas computacionales, los sistemas abiertos se ven como una opción de grandes beneficios económicos.

En resumen, los beneficios principales de los sistemas abiertos son:

- Transportabilidad a diferentes equipos.
- Interoperabilidad de sus aplicaciones.
- Escalabilidad de las aplicaciones.
- Incorporación de nuevas tecnologías.
- Integración de la información.
- Protección de la inversión en la infraestructura computacional.

Conclusiones

Es muy probable que las empresas y las instituciones sigan presionando para que los sistemas sean cada vez más abiertos, como una forma de proteger sus inversiones en tecnología, y esta presión obligará a los fabricantes de tecnología computacional a utilizar en mayor medida estándares abiertos, a fin de colocar sus productos en más mercados.

Es muy importante distinguir cómo los estándares de sistemas abiertos determinan la manera en que deberían de ser empleados para lograr los beneficios discutidos anteriormente, pero la precisión y la eficiencia con que se implanten estos estándares depende del fabricante en particular. No basta con que éste diga que sus sistemas son abiertos, es necesario realizar las pruebas de interoperabilidad y desempeño, con el propósito de evaluar el uso de estos productos. Este nuevo siglo será dominado por los sistemas abiertos, y los fabricantes de tecnolo-



gía que los apliquen con mayor calidad y eficiencia serán los que tengan más éxito.

Para las organizaciones en general, los sistemas abiertos se están convirtiendo en una plataforma que les permitirá adaptarse al cambio y competir en un mundo glo-

balizado. La adopción cuidadosa de nuevas tecnologías en sistemas abiertos facilitará a las empresas desarrollar y evolucionar su infraestructura de cómputo para lograr mayor integración de la información y aprovechar las ventajas competitivas de la tecnología actual. ●

Bibliografía

- 1 Tanenbaum, A. S. *Sistemas operativos modernos*, 1993, Prentice-Hall, pp. 8-10.
- 2 Ritchie, D., and Thompson, K. "The Unix Timesharing System", *Communications of the ACM*, 17, 1974, pp. 365-375.
- 3 Simon, Alan R. *Open Systems Handbook*, 1995, A.P. Professional, pp. 45-69.
- 4 *Guide to POSIX Open Systems Environment*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, (IEEE 1003.0), New York, 1995.
- 5 Stallings, W. *Comunicaciones y redes de computadoras*, quinta ed., Prentice-Hall, 1997, pp. 508-517.
- 6 Prieto Magnus, J., y J. Leyva Ramos. "Internet en las telecomunicaciones", *Ciencia y Desarrollo*, núm. 145, marzo/abril 1999, pp. 22-31.
- 7 Date, C. J. *Introducción a los sistemas de bases de datos*, quinta ed., 1, 1990, Addison-Wesley, pp. 117-125.
- 8 The Common Object Broker, *Architecture and Specification*, Object Management Group, Revision 1.2, OMG TC Document 93.12.43, Dec. 1993.
- 9 Hobs, A. *Aprendiendo programación para bases de datos con JDBC*, 1997, Prentice-Hall Hispanoamericana.
- 10 Tschammer, V., and K.-P. Eckert. "A Platform Architecture for Future Telecommunication Services and Open Distributed Applications", *Proc. of the Fifth IEEE Comp. Society Workshop on Future Trends*, 1996, pp. 18-25.
- 11 Orfali, R. *Cliente/servidor. Guía de Supervivencia*, 1998, McGraw-Hill.
- 12 Avery, Larry W. *User Portability in Open Systems*, AIAA/IEEE Fifteenth Digital Avionics Systems Conf., 1996, pp. 205-210.
- 13 Leyva Ramos, J., e I. Posadas Díaz. "El lenguaje Java y sus efectos en el currículo de las ciencias computacionales", *Ciencia y Desarrollo*, núm. 146, mayo/junio 1999, pp. 70-71.



La radiación ultravioleta y la fisiología vegetal

SILVIA BERROCAL IBARRA Y LUCERO DEL MAR RUIZ POSADAS

U

Introducción

Una de las situaciones más críticas a que la humanidad está enfrentándose actualmente es la alteración de los componentes de la atmósfera. El resultado de esta alteración se empezó a manifestar desde hace algunos años, mediante cambios en las condiciones climatológicas del planeta, como son el incremento en la temperatura promedio, las irregularidades en el ciclo hidrológico, el aumento de la aridez de la tierra y el deterioro de la capa de ozono, entre otros.

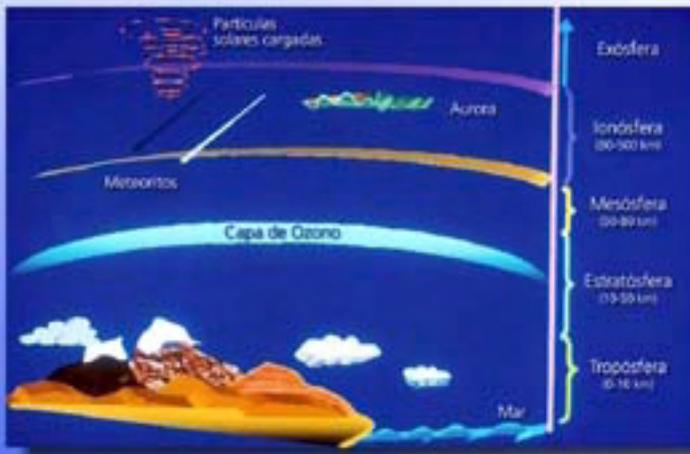


Figura 1. La atmósfera, conformada por varias regiones, protege a la Tierra del frío del espacio, de los rayos letales del Sol y de la mayoría de las radiaciones cósmicas y volatiliza casi todos los meteoritos. La capa de ozono en la estratósfera absorbe la radiación UVB y UVC.

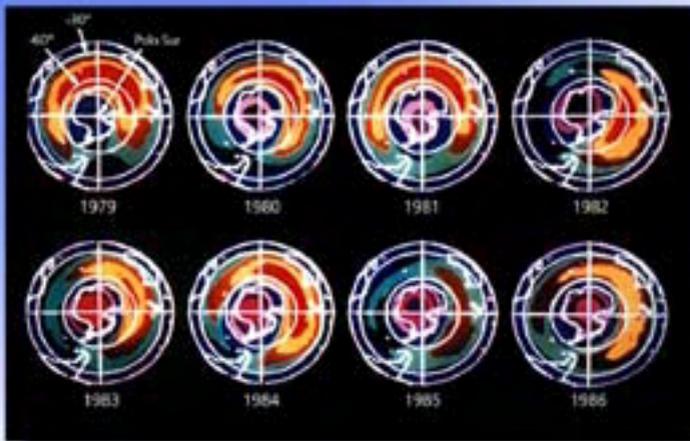


Figura 2. Cambios observados en el hemisferio sur sobre la concentración de ozono en un periodo de ocho años. En la región de la Antártida se forma un agujero de ozono en la estratósfera durante la primavera (color rosa y negro). (Imágenes del vehículo meteorológico de la NASA, publicadas en El nuevo sistema solar de J. K. Beatty y A. Chaikin, Conacyt, 1994).

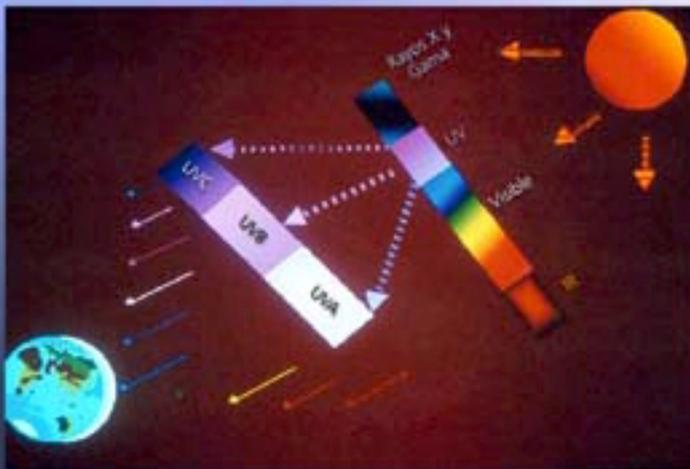


Figura 3. La radiación ultravioleta es parte del espectro electromagnético del Sol, con longitudes de onda de 400-320 nm (UVA), 320-280 (UVB) y 280-200 nm (UVC). La radiación visible abarca longitudes de onda de 400-710 nm y la infrarroja (IR) mayores a 710 nm.

Lo anterior ha sido el resultado de la quema indiscriminada de combustibles fósiles y la implacable deforestación que el hombre ha venido efectuando desde la Revolución Industrial. Compuestos gaseosos, como el bióxido de carbono (CO_2), cuya concentración para el año 2 100 se estima que llegará cerca de los $700 \mu\text{mol mol}^{-1}$; el bióxido de nitrógeno (NO_2); el bióxido de azufre (SO_2); el monóxido de carbono (CO) y los oxidantes fotoquímicos, entre los cuales el principal es el ozono (O_3), se incrementan en la atmósfera y en altas concentraciones producen diferentes tipos de reacciones nocivas en los seres vivos. Se ha predicho que durante los siguientes 100 años, el aumento en las concentraciones de esos gases atmosféricos y el uso de clorofluorocarbonos producirán considerables cambios en el clima mundial; por lo tanto, el ascenso de la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación pluvial ocurrirán en un ambiente con grandes concentraciones de gases contaminantes, lo que traerá como consecuencia la alteración de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

Dentro de este contexto, es importante tomar en cuenta que los contaminantes pueden actuar como poderosas fuerzas selectivas. La diferencia crítica entre cambios evolutivos y cambios determinados por la contaminación es la velocidad con que éstos se presentan, ya que las poblaciones de plantas podrían desaparecer rápidamente como consecuencia de las altas concentraciones de contaminantes en el ambiente.

La capa de ozono

En la prehistoria, cuando la capa de ozono no existía debido a que la atmósfera era reductora (sin oxígeno), la radiación ultravioleta (UV) pudo tener importancia al introducir la formación de moléculas variadas. Poco a poco la vida comenzó a organizarse y la radiación UV empezó a ser perjudicial, por lo que es fácil suponer que los primeros organismos vivos se encontraban en aguas más o menos profundas y protegidas de la radiación. Así, a la par del desarrollo de los organismos fotosintetizadores, se inició la producción de oxígeno y la forma-

ción de la pantalla o capa de ozono (O_3), que se encuentra en la estratosfera, parte de la atmósfera que se extiende desde los 10 hasta los 50 km de altitud (véase fig. 1).

La importancia de la capa de ozono radica en su capacidad para absorber la radiación UV. El O_3 varía de manera natural con la latitud y con la época del año; sin embargo, desde los años setenta se ha venido observando el empobrecimiento de sus concentraciones en la estratosfera antártica, y más recientemente en la ártica (véase fig. 2), pero no obstante lo remoto de estas regiones, el agujero de O_3 constituye un elemento de preocupación, ya que las configuraciones cambiantes de la circulación transportan hacia otros lugares masas de aire empobrecidas en O_3 , lo cual podría representar una caída generalizada de ozono en toda la estratosfera.¹

Los reactores supersónicos, que vuelan en el nivel de la estratosfera, así como las pruebas nucleares, producen óxidos de nitrógeno dañinos para la capa de ozono, por lo que el vuelo del Concorde y el TU-144 puede ser peligroso si no se toman medidas para desarrollar motores y carburantes de baja emisión en óxidos de nitrógeno. Aunado a lo anterior, se sabe que otros agentes responsables de la destrucción de la capa de ozono son los clorofluorocarbonos (CFC), compuestos que se emplean para enfriar los refrigeradores y aparatos de aire acondicionado y en disolventes para la limpieza de circuitos impresos o como agentes para la producción de materiales termoaisladores y también como propelentes. Una característica sobresaliente de los CFC es su gran estabilidad, ya que su vida media va de 50 a 100 años, lo que permite su distribución en la atmósfera.

En las regiones polares, la formación de nubes estratosféricas de trihidrato de ácido nítrico y de hielo permite que el cloro emitido por los CFC se encuentre en un estado activo, capaz de romper las moléculas de O_3 . Debido a que el desarrollo de las nubes estratosféricas requiere de muy bajas temperaturas, dicha formación se da de manera importante en la región de la Antártida y en menor grado en la Ártica, de tal forma que es en la primera donde se ha presentado en forma más alarmante la degradación del O_3 estratosférico.¹

El reconocimiento de la capacidad destructora de los CFC llevó a la comunidad científica a pedir que se suspendiera la producción de estos compuestos. Aparentemente esta es una buena medida; sin embargo, los países del Tercer Mundo no están involucrados en estos acuerdos y, si somos realistas, nos daremos cuenta de que la eliminación de todos los aparatos que utilizan CFC es algo que parece muy distante. Por otro lado, el bromo proveniente de distintas actividades humanas, como es el caso de los extintores, puede interactuar con el cloro de los CFC, y se ha señalado que sería responsable del 20% de la destrucción del O_3 .

La degradación del ozono no está restringida a las zonas polares, ya que las partículas de ácido sulfúrico que se encuentran en la estratosfera desencadenan también la reducción de O_3 . Se ha llegado a predecir que si se produjera una gran erupción volcánica a principios del próximo siglo, se tendría una pérdida global de O_3 , si los niveles de cloro son elevados. Lo anterior se basa en datos obtenidos a raíz de la erupción del volcán Chichonal, en Chiapas, que produjo una merma importante de los niveles de ozono a causa de la exhalación de gran cantidad de aerosoles en forma de sulfatos.¹

La radiación ultravioleta

La radiación electromagnética que nos llega del Sol se caracteriza por una amplia gama de longitudes de onda (véase fig. 3), y cuanto menor sea esa longitud de onda, mayor será la energía asociada; de aquí el peligro que entrañan las radiaciones de onda corta para la vida. Las radiaciones γ y X son las de menor longitud de onda, pero su absorción en la ionósfera impide que lleguen a afectar a los organismos. En seguida, en orden ascendente, se encuentran la radiación ultravioleta (UV), la luminosa (luz visible) y la infrarroja. La radiación UV lleva asociada gran cantidad de energía y altera cualquier organización molecular; la radiación luminosa contiene la energía necesaria para poder ser captada con eficacia en una estructura molecular viva (visión, fotosíntesis, etc.), y en fisiología es referida como radiación fotosintética.

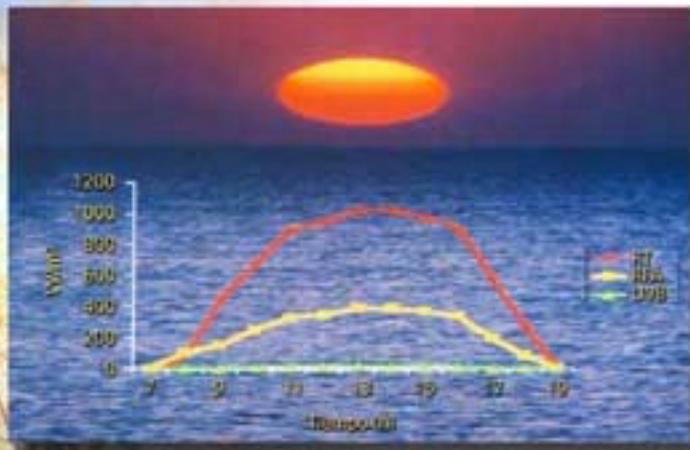


Figura 4(a). Radiación solar recibida en Texcoco, Estado de México, durante un día despejado de junio, La radiación UVB representa sólo el 8% de la total (RT) y la radiación visible o fotosintéticamente activa (RFA) el 42%; el infrarrojo comprende el 49% (no se muestra).

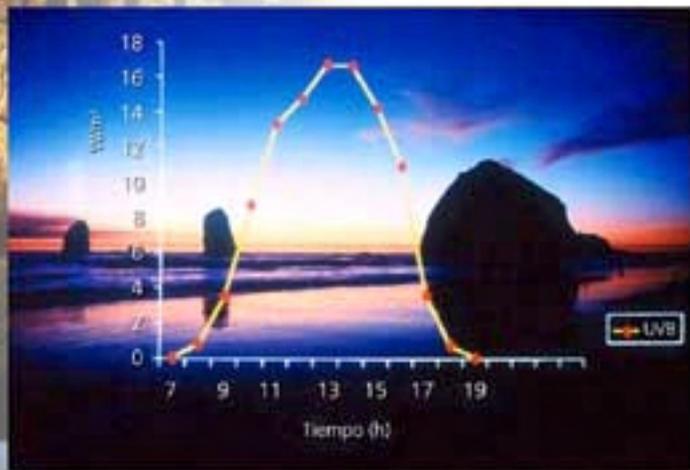


Figura 4(b). Intensidad de la radiación UVB con longitud de onda de 310 nm, a lo largo de un día despejado de junio en Texcoco, Estado de México.

mente activa. El contenido energético de la radiación infrarroja es bajo y puede acelerar diversas reacciones o aumentar la movilidad molecular de una forma general. Cada una de estas radiaciones representa diferentes proporciones del total de ellas.

La radiación UV es una banda amplia de longitudes de onda clasificada en tres tipos: la radiación UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) y UV-C (200-280 nm), siendo las dos últimas nocivas para los seres vivos y las que son absorbidas por la capa de ozono.² En total la UV representa un poco más del 8% de la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra, y contrasta con el 42% y 49% correspondientes a la luz visible y al infrarrojo, respectivamente (véase fig. 4).

El incremento de CFC en la atmósfera contribuye al efecto de invernadero y a la destrucción de la capa de ozono, por lo tanto, los cambios en el clima mundial, como el aumento de la temperatura y las alteraciones en la tasa de precipitación pueden ocurrir en un ambiente con alta incidencia de radiación UV.

Efectos de la radiación UV

El material genético puede ser dañado por la radiación UV-B, debido a que los ácidos nucleicos presentan alta absorción dentro de estas longitudes de onda. Algunos de los cambios son causados por la mutación de genes y la producción de dímeros de pirimidina en el ADN, que puede llevar a transformaciones celulares y ocasionar daños visibles en la epidermis de las plantas, si la radiación de UV-B es particularmente intensa.³

Por lo que atañe a la salud humana, ha sido señalado que el cáncer de la piel, las cataratas e inmunodeficiencias están asociados de modo directo con la exposición excesiva a la radiación UV-B, cuyo incremento tiene relevancia ecológica, ya que puede afectar el crecimiento y la reproducción del fitoplancton, que es la base de la cadena trófica marina. En los ecosistemas terrestres también pueden presentarse efectos importantes, pero desafortunadamente sólo se han llevado a cabo estudios en algunos de ellos. En las especies forestales, por ejemplo,

se han examinado sólo 15 especies de árboles, y casi la mitad de éstas ha mostrado sensibilidad a la radiación UV-B.⁴ De importancia ecológica son también los efectos de esta radiación sobre el balance de la competencia entre los componentes de las poblaciones vegetales, ya que existe un riesgo de cambio en la composición de los ecosistemas, debido a efectos diferenciales en el crecimiento de las especies. En sistemas de cultivos asociados sobre todo con monocotiledóneas, los cambios diferenciales en el crecimiento pueden propiciar modificaciones en la interceptación de la radiación solar por las especies, lo que podría redundar en una alteración de la competencia por luz y en la ganancia de fotoasimilados.³

La exposición a la radiación UV-B produce modificaciones en la morfología de las plantas, como son el acortamiento de los tallos sin disminuir el número de entrenudos, la reducción del área de las hojas y, en algunos casos, la proliferación de ramas. Estas modificaciones son dependientes de la especie vegetal, así como de bajos niveles de radiación fotosintéticamente activa (RFA), y se explican por el efecto de la radiación UV-B sobre la división y el alargamiento celular.⁵ Se ha observado que el ácido indolacético puede ser blanco de la radiación UV-B, ocasionando la inhibición del alargamiento celular.⁴

Respecto a la fotosíntesis, diferentes componentes de ésta pueden ser afectados por incrementos de la radiación UV-B, como son los procesos fotoquímicos primarios, las reacciones de fijación del carbono o el proceso de difusión de CO₂ por los estomas. Así, se ha encontrado que la disminución de la fotosíntesis se debe a daños en el centro de reacción del fotosistema II, así como a la reducción de la actividad de Hill, que implica daños en el complejo de oxidación del agua. Por otro lado, el contenido y la actividad de la enzima Rubisco (encargada de fijar el CO₂ para formar carbohidratos) pueden disminuir debido a una exposición prolongada a altos niveles de radiación UV-B.³ Las reducciones en la fotosíntesis neta también involucran daños en la ultraestructura de los cloroplastos, como ha sido observado en el chícharo y la soya.

Se ha comprobado que la exposición a la radiación UV-B limita la tasa de fotosíntesis, por medio de sus efectos

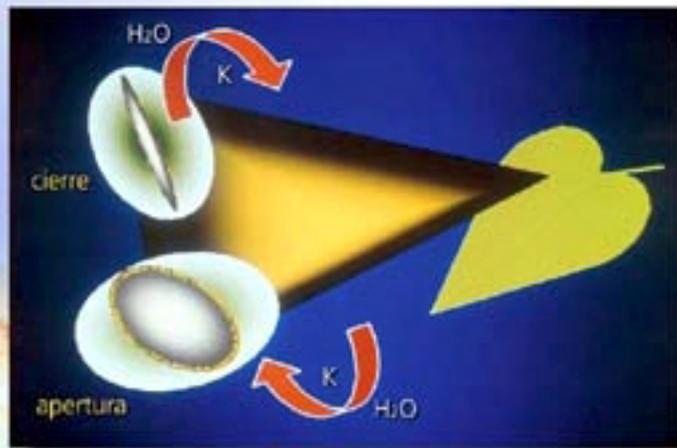


Figura 5. El mecanismo de apertura de los estomas puede ser afectado por la radiación UV-B, posiblemente debido a la inhibición de la entrada de potasio (K) a las células oclusivas. La acumulación de K y agua en estas células abre el estoma y permite la entrada del CO₂ necesario para la fotosíntesis.

tos al difundirse el CO₂ a través de los estomas. En soya, el incremento de la resistencia a la difusión del CO₂ fue del 10-20%, y en otros cultivos, aun cuando el efecto fue menor, estuvo relacionado con importantes reducciones de la fotosíntesis neta.⁵ El efecto sobre los estomas puede deberse a alteraciones en los mecanismos de apertura y cierre, como la inhibición de la acumulación de iones de potasio en las células oclusivas (véase fig. 5).

Los pigmentos fotosintéticos, clorofilas *a* y *b* y carotenoides, pueden ser disminuidos por la radiación UV-B; sin embargo, esto parece depender de la sensibilidad de las especies vegetales. En algunos casos, este efecto sobre los pigmentos se ha asociado con reducciones en la fotosíntesis neta y en el peso seco total de la planta, pero aún no está claro si la reducción del contenido de estos pigmentos se debe a la inhibición de su biosíntesis, o a la degradación de éstos o de sus respectivos precursores.⁵

La producción total de biomasa es un buen indicador de los efectos de la radiación UV-B en las plantas, ya que representa la integración final de todos los parámetros químicos, fisiológicos y de crecimiento. Diversos estudios han mostrado que la acumulación de biomasa en la planta se redujo sustancialmente por el efecto de la radiación UV-B, y que frecuentemente esto puede ir acompañado de modificaciones en la asignación de biomasa de los diferentes órganos de la planta en las especies dicotiledoneas.⁵ Al igual que en la fotosíntesis, los efectos sobre la acumulación y distribución de la biomasa están

determinados por los niveles de radiación fotosintéticamente activa (RFA), en los cuales se desarrollaron las plantas, siendo magnificados los efectos de la radiación UV-B con regímenes de menor intensidad de RFA. Si los patrones de distribución de la biomasa son alterados, de tal forma que una mayor proporción se ubique en los órganos vegetativos y una menor en los reproductores, el resultado final será la disminución del rendimiento del cultivo. El efecto de la radiación UV-B sobre dicho rendimiento ha sido evaluado en trabajos de campo, realizados en un número reducido de casos, en los cuales de las 22 especies analizadas, más de la mitad redujo su rendimiento.²

Las respuestas de las plantas a la radiación UV-B dependen del grado de sensibilidad de éstas. Se ha propuesto que durante la evolución de las primeras plantas terrestres, la radiación UV de longitud de onda corta (menor de 280 nm), presente en ese tiempo, podría haber determinado el desarrollo de sus mecanismos de protección y reparación, que son ser funcionales aun en las longitudes mayores de onda actuales. La fotorreactivación es un mecanismo en el que las lesiones, inducidas en el ADN por la radiación UV-B, son reparadas por medio de la activación de una enzima. La protección de los tejidos vegetales se propicia por la producción de pigmentos flavonoides en la epidermis, que reducen o filtran la radiación UV-B, evitando que penetre en las células más internas y, con ello, protege también los procesos fisiológicos.³

La mayoría de las respuestas de las plantas a la radiación UV-B ha sido observada bajo condiciones artificiales, ya sea en invernaderos o cámaras de crecimiento, usando lámparas como fuente de radiación UV y de luz blanca, cuyas irradiancias se alejan frecuentemente de las reales. Sin embargo, los resultados obtenidos son valiosos al mostrar los posibles puntos de actividad de la radiación UV-B, que bajo condiciones naturales podrían también ser dañados. Es necesario el incremento de la investigación en el campo, evaluando los efectos del suplemento de radiación UV-B en los niveles que se predicen ocurrirán en el futuro próximo a causa de la degradación de la capa de ozono. ●

Referencias

- 1 Toon, O.B., y R.P. Turco. "Nubes estratosféricas polares y empobrecimiento en ozono", *Investigación y Ciencia*, 1991, vol. 179, pp. 34-41.
- 2 Teramura, A.H. "Implications of Stratospheric Ozone Depletion upon Plant Production", *Hort Science*, 1990, vol. 25 (12), pp. 1557-1560.
- 3 Caldwell, M.M., and S.D. Flint. "Solar Ultraviolet Radiation and Ozone Layer Change: Implications for Crop Plants," in Boote, K.J. *et al.* (eds.), *Physiology and Determination of crop yield*, ASA, CSSA, SSSA, WI, E.U.A., 1994, pp. 487-507.
- 4 Tevini, M., and A. H. Teramura. "UV-B Effects on Terrestrial Plants. Photochem", *Photobiol*, 1989, vol. 50, pp. 479-487.
- 5 Teramura, A.H. "Effects of Ultraviolet-B Radiation on the Growth and Yield of Crop Plants", *Physiol, Plant*, 1983, vol. 58, pp. 415-427.



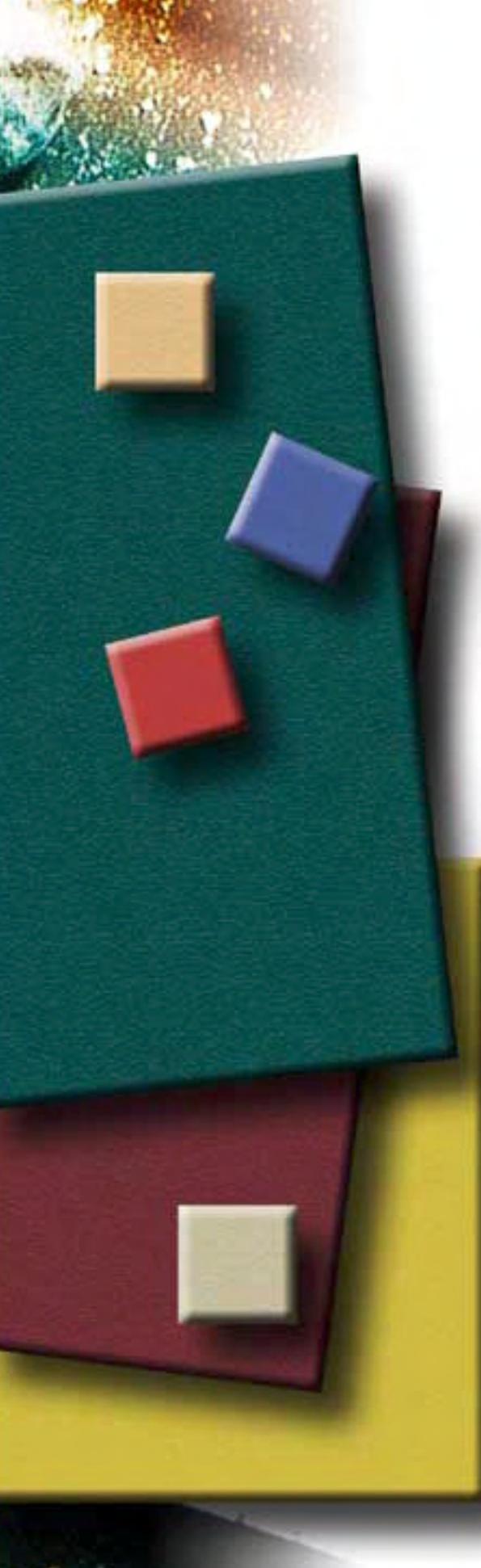
Diagnóstico de la industria cerámica en México

DAVID RÍOS JARA



Antecedentes

Un grupo reducido de grandes empresas mexicanas del sector cerámico ha conseguido situarse entre las más exitosas del país, al haber encontrado nichos de oportunidad que han sido explotados de manera muy eficiente y han logrado proyección creciente en mercados internacionales, pero coincidentemente esas grandes compañías son raros ejemplos de empresas nacionales que cuentan con grupos de investigación y desarrollo. La creación de tales cuerpos técnicos refleja una apertura cultural que tradicionalmente ha estado ausente en la industria mexicana.



Lo anterior es de gran importancia, ya que refleja la perspectiva empresarial de los consejos de administración correspondientes y en particular de sus accionistas. Tal visión y, sobre todo, los muy buenos resultados que ha generado, puede servir de catalizador para “contagiar” a otras empresas nacionales e inducir las a tomar el camino de la modernidad, del valor agregado y de la tecnología competitiva. Por desgracia, como posteriormente observaremos, dicha perspectiva no es compartida por otras empresas de la industria cerámica, lo que ha significado claros atrasos en su competitividad y en el desarrollo de la gran mayoría de las que pertenecen a este sector.

Los materiales cerámicos

Entre los innumerables materiales, los cerámicos han sido los compañeros más antiguos y fieles del hombre en su proceso civilizador, por su alta dureza y resistencia mecánica, sus propiedades como aislantes térmicos y eléctricos, su elevada resistencia a la temperatura, sus propiedades magnéticas, piezoeléctricas, superconductoras, magnetostrictivas, electrostrictivas, fotorrefractivas y catalíticas, entre otras, además de su abundancia natural, características que han sido aprovechadas en gran variedad de aplicaciones, tanto domésticas como muy avanzadas.

Los materiales cerámicos se clasifican, según su uso, en dos grandes categorías: los tradicionales y los avanzados. Al primer grupo pertenecen los empleados en la orfebrería tradicional, la construcción, los vidrios, los refractarios, etc., que se caracterizan por sus altos volúmenes de producción y su bajo valor agregado. En contraste, los cerámicos avanzados se distinguen por los bajos volúmenes de producción y el alto valor agregado.

La industria cerámica es fundamental para la operación de otras actividades productivas e incide por ejemplo, en los refractarios de la industria metalúrgica, en abrasivos para la fabricación de maquinaria y equipo, en productos de vidrio de las industrias automotriz, de la construcción y alimenticia, así como en electrocerámicos para la industria eléctrica-electrónica y el equipo médi-

co, o en cementos, concretos y losetas cerámicas para la industria de la construcción, y en catalizadores y filtros en la industria química y petroquímica, entre otras. Su importancia es, pues, innegable y puede representar –como en el caso de México– un importante “cuello de botella” para el desarrollo y la competitividad de la industria nacional en general.

México cuenta con yacimientos importantes de materiales cerámicos (o no metálicos), que en el mejor de los casos se venden (*vox populi*) como “tierra para macetas” en los mercados internacionales, sin valor agregado alguno y con márgenes de utilidad muy limitados, dadas las pobres tecnologías de extracción y purificación utilizadas y la falta de planeación en al explotarlos y comercializarlos. Aunado a esto, la tendencia mundial a reducir el consumo de materias primas está llevando a la minería nacional a estados de depresión que, de no darse un cambio en la planeación y en la toma de decisiones, podría conducir a la quiebra. En este contexto, el recurso más viable es la tecnológica; pues todos los otros, de índole diversa y en general aplicados de manera aislada (financieros, administrativos, legales, etc.) han probado ya sus pobres resultados.

El mercado internacional

El mercado internacional de materiales cerámicos se situó aproximadamente en 100 mil millones de dólares (mdd) en 1992 y se estimó en 200 mil mdd para el año 2000¹ (equivalente al PIB nacional en 1996). De este mercado, el de los cerámicos tradicionales representa actualmente el 87%, y sólo el 13% corresponde a los avanzados. La industria más demandante de cerámicos tradicionales es la de la construcción, seguida por la automotriz (vidrio principalmente). Así en 1998, las importaciones mundiales de la industria de la construcción significaron aproximadamente 100 mil mdd, y de ellas los materiales cerámicos representaron el 18%², el principal importador, Estados Unidos, contribuyó con 16.7 mil mdd en 1997,³ y por su parte la industria mexicana de la construcción importó en 1997 cerca de 1 850 mdd, de los

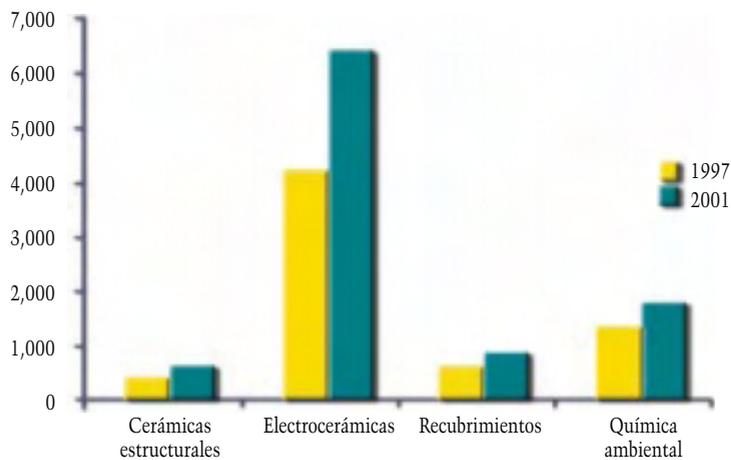
cuales 460 mdd correspondieron a cerámicos.³ El mayor gasto en materiales para la construcción en 1992 lo realizó el Japón con 295 mil mdd, seguido por la Unión Europea con 279 mil mdd. Los Estados Unidos gastaron 274 mil mdd en 1994 (con una tasa de incremento anual cercana al 2%) y México 27 mil mdd en 1996.²

En el mundo existen actualmente poco más de 100 compañías especializadas en cerámicas con ventas anuales superiores a los 50 mdd, y de ellas, 50 son de los Estados Unidos (EUA), 16 de Alemania, 14 de Japón, y seis de Reino Unido. El resto, aproximadamente 20, pertenecen a otros países, aunque la más grande de todas es la compañía francesa St. Gobain-Carborundum, con ventas anuales de 20.9 mil mdd en 1999, y también varias empresas mexicanas aparecen en esa lista –Vidro, Vitromex, Cemex, Lamosa, Cementos de Chihuahua e Interceramic.⁴

Respecto a las cerámicas avanzadas, los mercados más importantes son los asiáticos con el 50%, EUA con el 40% y los europeos con el 9%, en tanto que el resto de los mercados consumen solamente el 1% de la producción mundial.⁵ Actualmente el mercado mundial de estas cerámicas avanzadas continúa creciendo, a medida que dichos materiales han ido reemplazando (o mejorando) a otros en diferentes aplicaciones, en muchas de las cuales resultan la única solución viable. Por ejemplo, según estimaciones de la European Cutting Tool Association, sólo el mercado potencial mundial de recubrimientos cerámicos para herramientas equivale a 170 mil mdd.⁶

De acuerdo con el Freedonia Group Inc. la demanda de cerámicas avanzadas se estimó en más de 20 mil millones de dólares en el año 2000, y esto representa una tasa de crecimiento anual del 7% desde 1994.⁴ Sólo en los Estados Unidos, la Business Communications Co. Inc. (BCC/Norwalk, Conn.) estimó el mercado de las cerámicas avanzadas en 6.3 mil millones de dólares en 1996, con un crecimiento anual del 7.9% para llegar a 9.2 mil millones en el 2001.⁵ De este último mercado, el 66% corresponde al sector electrónico, el 20% a cerámicas químicas y ambientales, el 8% a recubrimientos cerámicos y el 6% a cerámicas estructurales avanzadas.⁶ La figura 1 mues-

Figura 1
Distribución del mercado de cerámicos avanzados en los Estados Unidos (1997-2001)



Fuente: Dr. Thomas Abraham. "Electronics & Environmental Applications push overall use of advanced ceramics", *Ceramic*, 1997.

tra el crecimiento del mercado de cerámicos avanzados en EUA proyectado para el 2001, comparado con el de 1997.

El caso de México

El Consumo Nacional Aparente (CNA) de cerámicos tradicionales, es decir, lo producido internamente más lo importado menos lo exportado, fue de 8.2 mil mdd en 1998, de los cuales 2.5 mil mdd fueron de importaciones (30%).⁷ El mercado interno mexicano de estos cerámicos correspondió principalmente a la industria de la construcción, a la automotriz, a la química y a la metalúrgica y metal-mecánica, pero las cerámicas avanzadas fueron utilizadas casi en forma exclusiva por la industria maquiladora de exportación. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el PIB de actividades productivas relacionadas directamente con materiales cerámicos ascendió a 27 mil mdd en 1998 (27% extractivas y 73% manufactureras), estos es, 9% del PIB manufacturero y 1.2% del PIB nacional.⁷

Existen en México 103 empresas nacionales relacionadas directamente con materiales cerámicos (todos ellos

tradicionales) y entre las 500 más importantes por su nivel de ventas en el país.⁸ sobresalen: Vitro, con el lugar 17 del mundo y ventas en 1998 por 2.52 mil mdd, de los cuales 644 mdd correspondieron a exportaciones; Cemex, una de las 3 principales cementeras en el ámbito mundial, con una capacidad instalada de 50 millones de toneladas por año y representación en 22 países (sólo en el caso de cemento hidráulico se tuvo un superávit de 108 mdd en 1998 y un incremento de 28% en sus exportaciones a EUA); Cementos de Chihuahua, con ventas en 1999 por 220 mdd; Interceramic, con ventas en 1999 por 207 mdd (55% de su producción para exportación a EUA y Canadá); Vitromex, con ventas en 1998 por 121.3 mdd, y Lamosa, con ventas en 1997 por 135 mdd. Otras compañías de importancia son Cruz Azul y Orión.

El norte de México concentra la mayor actividad industrial en el área cerámica, mientras que en los estados del centro y del sur se desarrolla una parte considerable de la actividad artesanal. Así, el 70 u 80% del volumen de producción industrial manufacturera corresponde a los estados de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua.⁹ De este modo, se prevé un gran crecimiento en tales áreas para los próximos años, debido a que el TLC estipula la apertura de los mercados canadiense y estadounidense, sin pago de aranceles, para productos mexicanos como la cerámica para mesa en el 2003, y las losetas y el vidrio en el 2008. Por otro lado, como resultado de la firma del TLC, ya se están construyendo en México autopistas de concreto, lo cual contribuirá al crecimiento económico de la industria cementera nacional.

En 1997, había en el país 5 984 establecimientos industriales relacionados con los materiales cerámicos (997 de ellos dedicados a extracción y beneficio de minerales no metálicos), que daban empleo a 145 192 personas. De ese total, el 79% correspondía a las microempresas, el 18.7% a las pequeñas y sólo el 2.3% a las medianas y grandes.¹⁰ En cuanto a la demanda externa, ésta observa una tendencia mundial creciente. Sólo en el caso de los Estados Unidos, el mercado más grande del mundo, en 1998 se calculó en 72 mil mdd el consumo de este tipo de materiales, y el 23% de este mercado se cubre mediante impor-

taciones (16.7 mil mdd).³ Las exportaciones mexicanas del sector de materiales para la construcción fueron de tres mil mdd en 1997, con 2.4 mil mdd a EUA y Canadá, de los que el 30% correspondió a materiales cerámicos.² Por su parte, México tiene ventajas comparativas importantes –además del consabido bajo costo de la mano de obra– para incrementar su incidencia en ese mercado, pues, en particular, su ubicación geográfica le permite un acceso incomparable, considerando que se trata de productos de alto volumen y bajo valor agregado, para los cuales el costo del transporte resulta un componente crítico.

Cabe señalar que la industria cementera nacional representa un caso atípico, ya que cuenta con tecnologías más avanzadas que las estadounidenses similares en productos específicos, razón, entre otras, por la que se intenta cerrar las fronteras. Estas fortalezas tecnológicas añaden ventajas comparativas en la lucha por el acceso a esos mercados. Ejemplo de esto último es la industria de los azulejos, losetas y pavimentos cerámicos, en la que México ocupa actualmente el octavo lugar mundial. Esta industria pasó de una producción de 36 millones de metros cuadrados en 1991 a 82 millones en 1996, con una tasa media de crecimiento anual del 22.6%, sólo superada por China (64.3%) e Indonesia (33.7%) en el mismo período.¹¹ Desde 1996, México es el segundo proveedor de los Estados Unidos, con 25.2 millones de metros cuadrados, después de Italia con 33.9 millones.¹² Cabe aclarar que las avanzadas tecnologías de esta industria nacional son aún de origen español e italiano, principalmente, aunque se hacen esfuerzos por integrar cada vez más desarrollos nacionales. La tabla 1 relaciona los 10 principales productores de losetas, azulejos y baldosas cerámicas y la evolución de su producción entre 1991 y 1996.

Las materias primas

En general, se tiene la percepción de que si bien México no tiene desarrollo tecnológico en minería, al menos es un país rico en minerales no metálicos y, por consiguiente, está generando recursos de

Tabla 1
Producción mundial de azulejos, pavimentos y baldosas cerámicas. 10 principales productores (millones de m²)

País	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Crec. medio anual (%)
Italia	432	435	459	510	562	555	6.4
España	228	261	281	320	400	424	16.8
Brasil	163	195	234	290	291	337	20.0
China	36	66	183	203	226	263	64.3
Indonesia	48	65	69	86	134	153	33.7
Turquía	59	71	90	93	105	113	17.6
Taiwán	50	56	60	92	86	100	19.1
México	36	39	62	75	70	82	22.6
Japón	100	88	79	82	84	81	-5.0
Tailandia	35	44	68	58	71	78	22.0
Resto de países	661	737	767	876	924	1 019	11.4
Total	1 847	2 056	2 351	2 686	2 953	3 204	14.8

Tabla 2
México. Principales productos minerales no metálicos

Valor en millones de pesos. 1996 = 100. Volumen en miles de tons.

Mineral	Valor 96	Vol. 96	Valor 97	Vol. 97	% Crec. Valor	% Crec. Vol.
TOTAL	8,395	150,070	8,110	163,526	-3.4	9.0
Arena	2,103	55,344	2,279	60,105	8.4	8.6
Grava	1,567	40,179	1,698	43,636	8.4	8.6
Caliza	1,054	37,641	1,076	43,707	2.1	16.1
Fluorita (20.; 13%)	492	524	463	553	-5.9	5.5
Yeso (80.; 4%)	970	6,065	426	4,216	-56.1	-30.5
Azufre	447	921	403	923	-9.9	0.2
Mármol	327	4	377	1	15.3	-77.2
Sílice 3/	193	1,425	202	1,564	4.5	9.8
Arcillas 2/	155	4,048	194	5,078	25.2	25.4
Fosforita	169	682	176	714	3.6	4.6
Dolomita	185	930	155	903	-16.3	-2.9
Barita (50.; 5%)	277	470	125	237	-54.9	-49.7
Diatomita (60.; 4%)	93	52	106	59	13.7	13.9
Grafito (30.; 7%)	80	40	85	48	6.9	18.7
Calcita	47	325	71	491	50.5	50.8
Celestita (10.; 42%)	63	141	60	135	-5.1	-4.6
Caolín	41	254	57	235	40.4	-7.2
Feldespato (110.; 2%)	49	140	49	156	0.1	11.3
Bentonita	18	70	32	112	81.7	59.7
Perlita	17	37	24	52	38.1	38.3
Wollastonita	24	28	24	21	1.7	-27.2
Tierras Fuller	13	42	17	51	29.4	23.0
Otros	9	706	9	531	0.0	-24.8

Nota: Los minerales seleccionados son aquellos en los que México ocupa un lugar importante de la producción mundial. El lugar mundial ocupado y el porcentaje con el que participa se muestra entre paréntesis.

manera exitosa en la exportación de materias primas, idea por demás falsa. La tabla 2 muestra el valor y el volumen de la producción de los principales productos minerales cerámicos mexicanos en 1996 y 1997,⁹ y del análisis de esta información se concluye que varios de los productos importantes tuvieron un decremento considerable en el valor de la producción durante ese periodo.

Este fue el caso de la fluorita, en el que México ocupa el segundo lugar mundial con el 13% de la producción, cuyo decremento en su valor fue de 5.9%, a pesar del aumento en la producción de 5.5%. Comportamientos negativos se observan también para el yeso (octavo lugar mundial), la dolomita, la barita (quinto lugar mundial), el grafito (tercer lugar mundial) y la celestita (primer lugar mundial con 42% de la producción) que disminuyó en 5.1 % su valor y en 4.6% su producción. Existen también algunos casos exitosos, como el del mármol, con un incremento en el valor de la producción del 15.3%, pese a una disminución considerable del 77.2% en el volumen producido y el del caolín con un incremento del 40.4% a pesar de un decremento del 7.2% en el volumen.

Sin embargo, el balance general de la producción arroja un valor (descontada la inflación) menor en 3.4%, no obstante el incremento global de la producción del 9.0%. En 1997 se tuvieron importaciones por 541 mdd, principalmente en coque, carbón, fosforita, potasio, alúmina, caolín, arcillas y sílice,⁹ de los cuales México cuenta con yacimientos. Todo ello refleja claramente las enormes carencias en planeación y en estrategias de comercialización del sector, pero también su obsoleta tecnología y su incapacidad para adaptarse al mercado. Cabe señalar que el 96% de los establecimientos dedicados a este tipo de actividad corresponde a micro y pequeñas empresas.¹⁰

El caso de la barita es un buen ejemplo de lo anterior. Este mineral se venía comercializando tradicionalmente con PEMEX, dado su empleo en uno de los procesos de producción. Con la caída de los precios del petróleo en 1997, la demanda se deprimió y el mercado se vino abajo; sin embargo, la barita es la base para la fabricación de los esmaltes porcelánicos de última generación, desarrollados recientemente por grupos de investigadores españoles, por lo que podría utilizarse como materia prima en dichos esmaltes de alto valor agregado, siempre y cuando invirtiéramos en su desarrollo. Cabe mencionar que las importaciones mexicanas de esmaltes, pigmentos y colorantes representaron 450 mdd en 1998, cifra superior en 68% respecto a 1994.⁷

Toda esta problemática ha significado una dolorosa

inversión en la balanza comercial de México respecto a minerales no metálicos, que pasó de un valor positivo de 84 mdd en 1994 a un valor negativo de 167 mdd en 1997, como se muestra en la figura 2.⁹ Y si comparamos la evolución del PIB correspondiente a materiales metálicos y cerámicos entre 1994 y 1998, incluyendo tanto industrias extractivas como manufactureras, encontramos un estancamiento muy importante del sector cerámico,¹³ como se muestra en la figura 3.

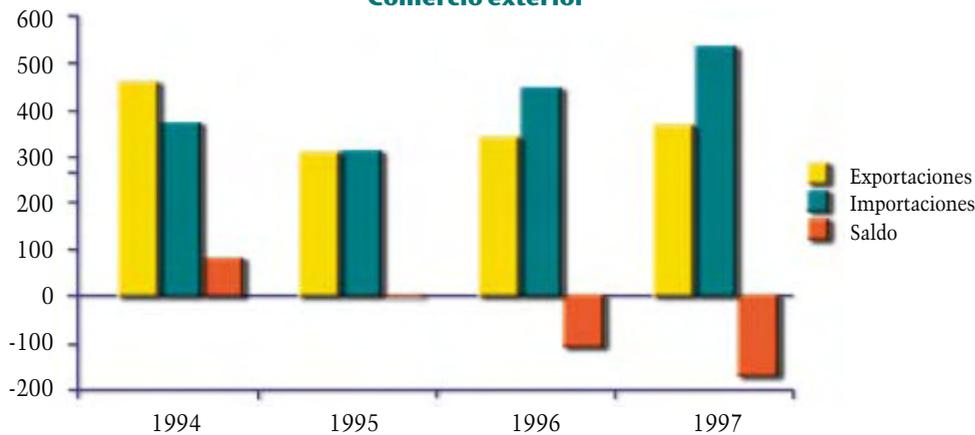
En resumen, se puede decir que, desde el punto de vista minero, México es un país “mal caracterizado” y que el sector extractivo de minerales no metálicos ha tenido un desempeño muy deficiente en los últimos años. Las razones de este comportamiento son múltiples: yacimientos subexplotados o mal evaluados, tecnologías obsoletas, nula innovación tecnológica –y por ende nulo valor agregado–, fuertes deficiencias en procesos de normalización, certificación y control de la calidad e importantes problemas de contaminación ambiental, entre otras.

Cerámicas avanzadas en México

Respecto a la oferta nacional de estos materiales, el diagnóstico es simple. La industria nacional de cerámicos avanzados es prácticamente inexistente hasta el momento. Existen, sin embargo, oportunidades únicas para México en este campo, ya que, por ejemplo, la industria maquiladora de exportación localizada en el país es un importante consumidor de cerámicos avanzados.

En 1998, el valor de las importaciones totales en insumos de esa industria ascendió a 42.5 mil mdd (con un crecimiento anual del 15.4% desde 1994) y el de las exportaciones aproximadamente a 53 mil mdd.¹³ Sin embargo, esta industria sólo cuenta con una proveeduría nacional promedio cercana al 2.7%, aunque en los sectores de alta tecnología dicha proveeduría es mucho menor. Sólo en el subsector maquilador eléctrico-electrónico se tienen expectativas de una demanda de nueve mil mdd para el 2003 en partes y componentes como electro-

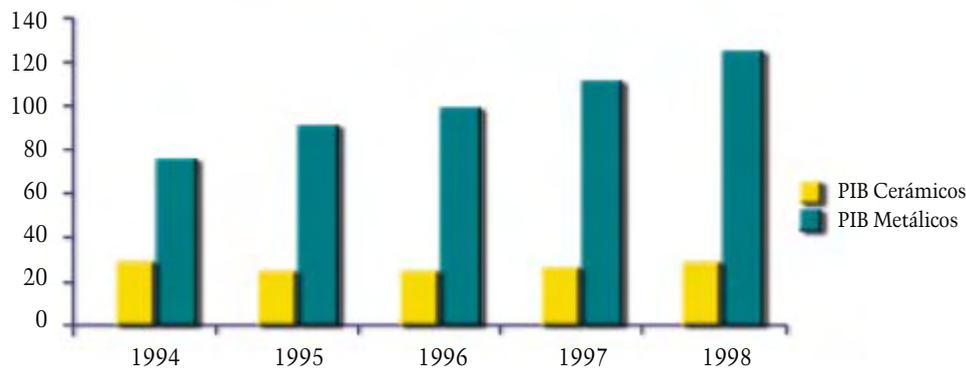
Figura 2
Extracción y beneficio de minerales no metálicos
Comercio exterior



Fuente: Consejo de Recursos Minerales, *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana*, 1997, edición 1998.

Figura 3
Evolución comparativa del PIB de materiales cerámicos y minerales metálicos
1994-1998

(Miles de millones de pesos constantes 1998=100)



imanes, condensadores, bobinas, transformadores, sintonizadores, cinescopios, etc., pero es interesante recordar que México produce el 20% del total mundial de televisores, y el 95% de ellos se destina al mercado de EUA, lo que cubre el 50% de ese mercado.¹⁴

Asimismo, el subsector automotriz tiene una incipiente proveeduría de empresas nacionales, a pesar de que ocupa el primer lugar en exportaciones manufactureras nacionales, mismas que crecieron de siete mil mdd en 1994 a 18 mil mdd en 1997. Este crecimiento medio anual del 35% llevó a un superávit de seis mil mdd en 1997.¹⁵ Adicionalmente, tanto el cambio de régimen fiscal previsto en el tratado de Libre Comercio entre México y los Estados Unidos, como la creciente escasez de mano de obra regional disponible y su consecuente encarecimiento, deberán ejercer mayores presiones sobre la industria maquiladora, para contar con proveedores locales y mantener su ventaja competitiva con otras regiones del mundo.

Tal situación coyuntural pudiera ser aprovechada por

nuestro país con la creación de un agresivo programa para generar proveedores e incluso lograr alianzas estratégicas internacionales, tanto tecnológicas como económicas. Ello llevaría a un despegue claro de nuestra economía, en el que estarían fuertemente involucradas las micro y pequeñas industrias, y permitiría, mediante la asimilación de tecnologías, un crecimiento de nuestros recursos tecnológicos en la materia. En este proceso, las cerámicas avanzadas desempeñan un papel clave, por lo que las escasas capacidades nacionales deben ser reforzadas y ampliadas, si en realidad se desea apoyar nuestro desarrollo.

Actividad académica nacional en cerámicas

En el ámbito académico, la situación de los materiales cerámicos es realmente preocupante. La escasez de recursos humanos, de programas de formación especializada y de apoyos específicos, no refleja la importancia del campo. En particular, los únicos apo-

yos públicos a la investigación y el desarrollo de los materiales cerámicos en el país corresponden a los otorgados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por intermedio de la Dirección Adjunta de Investigación Científica. Estos apoyos, aunque muy importantes, resultan claramente insuficientes ya que, por ejemplo, un análisis de los proyectos relacionados con cerámicos apoyados en 1996 y 1997,¹⁶ permite concluir que estamos dedicando aproximadamente un mdd por año para desarrollar un campo cuyo mercado internacional representa 200 mil mdd.

Respecto a la deficiencia en recursos humanos, una búsqueda en varias fuentes de información arroja resultados críticos,¹⁷ pues aproximadamente 60 investigadores en una decena de instituciones, cinco programas de doctorado, cinco de maestría y cero de licenciatura constituyen nuestro capital humano y nuestros esquemas de capacitación en materiales cerámicos. Es claro que, aunque de calidad, ese número es altamente insuficiente.

Existen actualmente algunos esfuerzos dispersos de diferentes grupos nacionales en el campo de los cerámicos, mismos que deberán ser coordinados para generar la optimización de las capacidades humanas y de la infraestructura en equipamiento científico con que ya se cuenta. Complementar esta infraestructura no requiere ya de inversiones muy elevadas, siempre y cuando se tenga suficiente capacidad de convocatoria para integrar grupos que aborden problemas de investigación y desarrollo tecnológico de manera conjunta.

Cabe mencionar, también, la existencia de cierta experiencia de la industria nacional en la explotación y las aplicaciones de los materiales cerámicos. Aunque dedicada sobre todo a sectores primarios como la construcción, su escalamiento a aplicaciones tecnológicas de mayor valor agregado podría darse, dado su conocimiento de las técnicas tradicionales de procesamiento de estos materiales. Sin embargo, a pesar de la intensa actividad industrial en cerámicas tradicionales, la incidencia de los grupos de investigación del

país ha sido muy escasa, con ejemplos aislados –y muy recientes– de interacción exitosa academia-empresa. Esto se debe, entre otras razones, a que la mayoría de los investigadores nacionales en el campo están desarrollando trabajos relacionados con cerámicas avanzadas, lo que refleja una vez más la consistente falta de planeación en el país.

En este contexto resulta impostergable acelerar el desarrollo del campo de los materiales cerámicos, en particular para disminuir la amenaza que representa para nuestra industria la potencial incursión de las compañías extranjeras de cerámica tradicional (principalmente españolas, italianas y chinas) a la luz del próximo Tratado de Libre Comercio México-UE y la agresiva política asiática de precios.

Conclusiones

Ante la perspectiva de desarrollo industrial en nuestro país, la necesidad de fortalecer el campo de los materiales cerámicos se hace evidente, dado que representa uno de los más relevantes y estratégicos en el momento actual. Así, la toma de decisiones en este sentido resulta ya impostergable.

Los mecanismos para lograr decisiones bien fundamentadas no tienen que ser redescubiertos o reinventados; otras sociedades modernas han aplicado fórmulas exitosas a ese respecto y, aquí es indispensable la adecuada planeación intersectorial academia-empresa-gobierno, basada en un diagnóstico inicial. Un primer diagnóstico deberá identificar las capacidades nacionales y su potencial de desarrollo en el ámbito internacional, a manera de optimizar aquellos recursos con los que contamos como país.

Las oportunidades de desarrollo tecnológico deberán sufrir el filtro de la priorización, en un proceso que identifique aquellas variables endógenas y exógenas que permitirían aprovechar las ventajas comparativas, e identificar nuevos mercados y las estrategias para penetrar en ellos, todo esto con la intensa participación del sector industrial. En tal planeación deberán preverse los me-

Referencias

- 1 Estimaciones basadas en: J. Campbell. "Opportunities for Ceramic Industry", Forty-first Mellor Memorial Lecture, 1997, pp. 237-246, y L. Sheppard. "Advanced Ceramics for the New Millennium", *Ceramic Industry*, Amer. Ceram. Soc., June, 1998, p 46.
- 2 Estimaciones basadas en Bancomext. Promoción Sectorial. La industria de materiales de construcción, www.bancomext.com (algunas informaciones basadas en informes de las Naciones Unidas y de la Comunidad Económica Europea e INEGI, www.inegi.gob.mx
- 3 Estimaciones basadas en información del Buró de Censos de EUA, *Annual Survey of Manufactures*, 1997, <http://www.census.gov>
- 4 Ceramic Industry, información publicada en internet, <http://www.ceramicindustry.com>
- 5 Thomas, Abraham. "Electronics and Environmental Applications Push Overall Use of Advanced Ceramics", *Ceramic Industry*, septiembre 1997, p. 86.
- 6 European Cutting Tool Association Meeting, octubre de 1998.
- 7 Estimaciones basadas en información del INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Internet: <http://www.inegi.gob.mx>
- 8 Revista *Expansión*, agosto 12, 1998, vol. XXIX, núm. 747, pp. 416-439.
- 9 Consejo de Recursos Minerales. *Anuario estadístico de la minería mexicana*, 1997, edición 1998.
- 10 Sistema de Información Empresarial Mexicana SIEM-SECOFI. "Información sectorial, Número de establecimientos y empleo", www.secofi.siem.gob.mx, con cifras del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- 11 Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas. "El sector azulejero español en 1997", Area de Estudios y Asuntos Económicos, 1998, p. 9 y C.I. Staff Report "Ceramic Tile Around the World", *Ceramic Industry*, agosto de 1998.
- 12 C.I. Staff Report. "Imports Remain Threat to Tile Industry", *Ceramic Industry*, agosto de 1997.
- 13 Estimaciones basadas en datos del INEGI y el Banco de México.
- 14 Bancomext. *Reporte*, "Sector Eléctrico y Electrónico", 1998, publicado en internet. <http://www.bancomext.gob.mx>
- 15 Estimaciones basadas en Bancomext. Resultados publicados en el informe "Sector automotriz y autopartes," 1998.
- 16 Conacyt, DAIC. <http://info.main.conacyt.mx>
- 17 Investigación directa, que considera la base de datos ARIES de la Dirección General de Intercambio Académico de la UNAM, el *Catálogo de Recursos Humanos* de la Sociedad Mexicana de Física y la lista de miembros de la Academia Mexicana de Ciencia de Materiales.

canismos para normalizar las materias primas, los productos y procesos, a manera de generar esa cultura de la certificación, tan característica de los mercados globalizados. En tal sentido debe incluirse la creación de una amplia red de laboratorios de prueba y de metrología certificadas, fortaleciendo a los existentes y generando nuevos en aquellas regiones en las que su presencia resulte estratégica. Asimismo, debe promoverse el trabajo en redes de investigación y desarrollo tecnológico, para optimizar los escasos recursos nacionales y posibilitar el análisis de problemas de mayor envergadura, que en general requieren de un enfoque interdisciplinario y sustentable.

Por otra parte, resulta de gran importancia el impulso a la formación de recursos humanos especializados, que atiendan tanto a las necesidades de la industria nacional como a las tareas destinadas a generar conocimientos y tecnologías propias.

Es urgente reconocer que las capacidades nacionales en otros campos de la ciencia de los materiales, tales como la metalurgia y los polímeros, tienen un grado de desarrollo más maduro que el de los cerámicos, y tal situación puede significar un desbalance muy marcado al requerirse el desarrollo de tecnologías propias, cuya integración incluya cerámicos, circunstancia que debe ser visualizada con claridad por los encargados de la planeación científica y tecnológica de nuestro país.

Por último, debe considerarse que el estado de las capacidades actuales, tanto de infraestructura humana como física, aunque aún incipientes, permite la generación de posibilidades importantes para México en este relevante campo de la ciencia y la tecnología del país. No reconocer lo anterior seguirá condenándonos a permanecer a la zaga del avance tecnológico y a la dependencia de nuestras posibilidades de desarrollo como nación. 🌐

¿Qué es la
agroclimatología
de cultivos?

DANIEL FRANCISCO CAMPOS ARANDA





Resumen

n este trabajo se pretende dar respuesta a la pregunta del título, por ello se comienza con una descripción general y acuciosa de los efectos del clima en las actividades agrícolas y en los rendimientos de los cultivos; después se expone una serie de definiciones básicas, mediante las cuales se describen las áreas de acción o tópicos asociados con la agrometeorología, por ser el contexto amplio del que forma parte la agroclimatología, y posteriormente se describen las cuatro grandes áreas temáticas que componen esta última disciplina, indicando sus conceptos, procedimientos y resultados; dichos temas son: 1) datos o sistema agroclimático, incluyendo definición, componentes y aspectos críticos; 2) zonificación agroclimática en sus enfoques convencional y determinístico, basándose en la modelación; 3) estimación de rendimientos, tanto potenciales como reales, abarcando el seguimiento y pronóstico de las cosechas, y 4) estudios agroclimáticos, en sus dos acepciones, preliminares y definitivos.

Introducción

Definiciones básicas

Al estudiar los estados que presenta la atmósfera en los diversos lugares de la superficie terrestre intervienen dos conceptos, cuya diferenciación es muy importante; estos son el tiempo atmosférico y el clima. El primero se refiere a las condiciones meteorológicas en un instante determinado, y dicho instante es un lapso que puede durar horas, días o inclusive semanas. En resumen, el concepto de tiempo atmosférico se refiere a la acción y a los pormenores de las variables meteorológicas día tras día. El tiempo atmosférico de un determinado lugar presenta tendencias constantes, no regulares, a adoptar estados atmosféricos semejantes para las mismas fechas del año, originándose entonces el clima del lugar, y lo anterior quiere decir que este es el historial del tiempo atmosférico para un conjunto de años, representado por sus valores medios y sus desviaciones.^{3, 8}

El tiempo atmosférico es objeto de estudio de la meteorología, en cambio, el clima es estudiado por la climatología, que es una rama de la geografía física. A lo largo del desarrollo histórico de la climatología, se han propuesto diversas definiciones para el clima, entre ellas las cuatro siguientes:⁸

1. Julius Hahn (1882). El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terres-

- tre, es la totalidad de los tipos de tiempo atmosférico.
2. Max Sorre (1934). El clima es la serie de estados de la atmósfera en un lugar, en su sucesión habitual. Es, pues, la serie de los tipos de tiempo atmosférico.
3. Francois Durand-Dastés (1969). El clima es la sucesión frecuente de tipos de tiempo atmosférico.
4. P. Pédelaborde (1970). El clima, como el tiempo, son resultado de una combinación de elementos, así como de las tendencias dominantes y permanentes, es decir, de los elementos más generales de la atmósfera en un lugar determinado.

Conviene distinguir entre factores y elementos del clima en un lugar determinado. Así, son factores del clima las propiedades geográficas que lo condicionan:

1. Latitud
2. Altitud
3. Continentalidad
4. Relieve o configuración del terreno
5. Tipo de vegetación
6. Distribución de tierras y aguas
7. Naturaleza del suelo
8. Corrientes marinas

En tanto, los elementos del clima son aquellas propiedades físicas de la atmósfera que precisamente definen el tiempo atmosférico y el clima, es decir, las variables meteorológicas, pudiéndose clasificar como sigue:

	Temperaturas	Humedad
Termodinámicos	Presión atmosférica	Acuosos Nubosidad e insolación
	Vientos	Precipitaciones

Clima y agricultura

Las civilizaciones han prosperado generalmente durante los periodos de clima benigno, e incluso muchas fueron incapaces de optimizar sus prácticas agrícolas para ayudar al control del sistema natural. Por ello, la historia documenta la caída de los sistemas socioeconómicos que no tuvieron capacidad de responder a los cambios del clima o de los recursos de agua y suelo, originados estos últimos por un uso inapropiado del terreno. Aun, actualmente, muchas prácticas agrícolas y de uso del terreno ignoran sus consecuencias negativas, pues tales sistemas son impuestos por políticas de corto plazo, aplicadas bajo presión social y económica. Aunque las fluctuaciones climáticas afectan a todos los sectores de la economía, la producción de alimentos y materias primas es quizá la parte más sensitiva y vulnerable a los caprichos de la naturaleza. Además, el impacto de las fluctuaciones climáticas en los sistemas agrícolas no afecta únicamente a los productores, sino también a la enorme y compleja estructura de soporte, que incluye el desarrollo, la producción y distribución de semillas, los fertilizantes y plaguicidas, y el equipo agrícola, así como también los servicios financieros, de seguros, de control de plagas, de transporte de productos, etcétera.⁹

Clima y rendimiento

El clima y el tiempo atmosférico determinan los sistemas de cultivo y los rendimientos de éstos. Para intentar cuantificar lo anterior se tienen que abordar al menos tres análisis o determinaciones, que son, primero, la determinación de las cantidades reales de las variables climáticas en cada punto en particular; segundo, la forma en la cual estas variables climáticas determinan el área foliar, la estructura del follaje, el total de materia seca vegetal y el rendimiento económico del cultivo en tal lugar, y tercero, la manera como el tiempo atmosférico, el clima, los genotipos disponibles y los factores económicos y sociales se conjugan para determinar tanto los patrones de cultivo como los sistemas agrícolas actuales

y posibles. Por ejemplo, ya se sabe que la producción de materia seca de un cultivo depende de los siguientes factores:³

- Radiación fotosintéticamente activa, captada o interceptada.
- Aparición, velocidad de crecimiento, duración y muerte de las hojas que componen el follaje interceptor.
- Estructura del mismo.

Entonces, el rendimiento económico de un cultivo dependerá de la distribución de la materia seca entre los diversos órganos de la planta.

Rendimiento y productividad

El crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como el uso del agua, constituyen la función de diversos factores climáticos, edáficos, hidrológicos, fisiológicos y de manejo. Los factores principales que afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos son la radiación y la temperatura (determinando el rendimiento), el agua y los nutrientes (limitando el rendimiento) y las plagas y enfermedades (aminorando el rendimiento). Además, el rendimiento también está condicionado por otros muchos factores, tales como la variedad, su fisiología y el manejo del cultivo, y en este último interactúan el tiempo atmosférico y los suelos. En cultivos bajo riego y con buenas prácticas de manejo, dicho rendimiento está determinado principalmente por la radiación y la temperatura, mientras que en las zonas de temporal, la precipitación y el almacenamiento de humedad en el suelo son también importantes.¹

El rendimiento potencial es la expresión que integra la influencia de la radiación y la temperatura en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de una variedad particular del cultivo. El sistema de producción se caracteriza por el abastecimiento adecuado de agua y nutrientes y por la ausencia de todos los factores que reducen el rendimiento, como son plagas y enfermedades. La productividad



potencial se puede interpretar como el límite superior del rendimiento, y la productividad en temporal caracteriza el efecto del déficit de humedad en la productividad potencial.^{1,3}

El rendimiento equivalente, es decir, la cantidad de productos fotosintéticos que pueden emplearse para producir órganos de cosecha, varía en el campo durante el intervalo de 70 a 90 kg/ha/día para la mayoría de los cultivos. Entonces, al considerar un índice de cosecha de 0.40 para los cereales,⁶ hacer uso de máxima eficiencia del terreno y considerar como estación de desarrollo de los cultivos el periodo libre de heladas con duraciones de 365, 230 y 160 días, se observa que los rendimientos máximos podrán ser de 11.7, 7.4 y 5.1 t/ha, estimaciones que coinciden bastante bien con los rendimientos máximos observados.⁶

¿Qué es la agrometeorología?

La meteorología agrícola estudia las interacciones de los factores meteorológicos e hidrológicos, por una parte, y la agricultura, incluyendo la horticultura,

la ganadería y la silvicultura, por la otra. Su objetivo fundamental es descubrir y definir tales efectos y después aplicar este conocimiento a la solución de los problemas prácticos de la agricultura, y su campo de interés se extiende desde la capa de suelo de una profundidad que abarca las raíces de plantas y árboles, a través de la capa de aire cercana al terreno, en la cual los cultivos y bosques crecen y los animales viven, hasta los niveles de la atmósfera donde se transportan semillas, esporas, polen e insectos.¹⁰

Además del estudio del clima y sus variaciones locales, la agrometeorología también trata de las modificaciones al ambiente, por ejemplo, mediante el riego, las cortinas rompevientos, la protección contra heladas y granizo, así como de las condiciones climáticas durante el almacenamiento y transporte de productos agrícolas, y ambientales en las instalaciones ganaderas y en todo tipo de edificios e instalaciones agrícolas.¹⁰ El amplio espectro de problemas asociados a la agrometeorología se puede resumir en los 12 tópicos siguientes:¹⁰

1. *Monitoreo agrometeorológico.* Incluye el diseño de redes de medición meteorológica, climática, hidrométrica

y fenológica, así como la recolección y el tratamiento de los datos.

2. *Ambiente de las plantas y producción de los cultivos*. Implica el estudio y la determinación de los efectos de los elementos meteorológicos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, la cantidad y calidad de su rendimiento, los requerimientos climáticos de los cultivos y la evaluación de condiciones operacionales en los cultivos.

3. *Daños a las plantas y pérdidas en cultivos*. Estudio del impacto de las plagas y enfermedades, y efectos de las condiciones meteorológicas adversas en los cultivos, como son heladas, sequías e inundaciones.

4. *Recursos climáticos*. Una de las metas más importantes de la agrometeorología es el enfoque práctico sobre la integración de los ecosistemas agrícolas y los recursos climáticos en programas de desarrollo e investigación, destinados a estabilizar e incrementar la producción agrícola.

5. *Recursos de los suelos*. Abarca la clasificación de los suelos, los estudios de su deterioro, la evaluación de su erosión y el diseño de las medidas de protección.

6. *Recursos hídricos*. Implica la estimación de las necesidades hídricas, la evaluación de la eficiencia del uso del agua en los cultivos, el diseño de sistemas de drenaje agrícola y el manejo del agua durante las sequías.

7. *Planeación de operaciones de manejo*. Estudio y análisis del tiempo atmosférico y del clima en relación con los trabajos de campo, que incluyen aplicación de fertilizantes y plaguicidas, cosecha y secado de granos o pasto, manejo del ganado y selección de la maquinaria adecuada.

8. *Modificación artificial de los regímenes meteorológico e hidrológico*. Protección contra las condiciones meteorológicas adversas.

9. *Meteorología forestal*. Comprende dos grandes aplicaciones, el desarrollo y la utilización racional de los bosques, así como su protección contra incendios.

10. *Salud del ganado y producción del mismo*.

11. *Enfermedades y parásitos del ganado*.

12. *Valor económico de la información y consejos agrometeorológicos*.

¿Qué es la agroclimatología?

Es una rama de la ciencia que estudia el tiempo atmosférico, que presta ayuda a los criadores de plantas y animales, y cuyo doble objetivo es, primero, asesorar a los agricultores sobre la manera de obtener un provecho óptimo de los aspectos del clima que, utilizados adecuadamente, son favorables a sus actividades; y segundo, contribuir a reducir al mínimo los daños en la producción agrícola, que pueden ser causados directa o indirectamente por el tiempo atmosférico desfavorable. En resumen, el clima es un recurso natural y se debe obtener de él el mejor provecho de sus buenas características, evitando al mismo tiempo las peores consecuencias de sus condiciones adversas.⁷

La agricultura es altamente dependiente de las condiciones ambientales, y el clima es probablemente el factor más importante para determinar las potencialidades agrícolas de una región. El macroclima establece lo adecuado de una región para determinado cultivo y las condiciones atmosféricas fijan su rendimiento. En general se puede decir que se usa el macroclima de una región, se selecciona el topoclima más conveniente en la zona agrícola o rancho, y se condiciona el microclima deseado para el cultivo.⁵ Todo lo anterior se refleja en la planificación agrícola a largo plazo y en las decisiones cotidianas de las actividades agrícolas, de manera que la agroclimatología contribuye a la formación de una estrategia agrícola idónea y sostenible, ya que está en armonía con las características climáticas de la zona y, por lo tanto, no implica amenazas o deterioro de los recursos naturales. Lógicamente, tales planes deben estar bien fundamentados económica y socialmente.⁷

Entre las decisiones agrícolas de largo plazo, en las que el conocimiento del clima juega un papel importante, está la selección del terreno, por ejemplo, para la localización de zonas productoras de simientes, ya que siendo éstas favorables al cultivo se puede obtener una alta calidad del producto; también, la preselección acuciosa del terreno hará menos necesaria la adopción de medidas correctivas, difíciles y costosas, contra los daños de dife-

rentes tipos que provocan las inclemencias del tiempo.⁷

En la práctica, el agricultor tiene poca libertad de escoger el terreno para los cultivos y entonces el conocimiento del clima ayuda a obtener los mayores beneficios, bajo dos enfoques: primero, seleccionando la actividad agrícola (cultivos, ganado, silvicultura) que mejor se adapte a las condiciones ambientales, y segundo, diseñando las mejores protecciones contra las condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo, riego, cortinas rompevientos, dispositivos y medidas contra las heladas y el granizo. Finalmente, las decisiones sobre la planeación y el diseño de los edificios e instalaciones de la explotación agrícola y de la maquinaria necesaria implican un conocimiento climático detallado.⁷

Por otra parte, en las decisiones a corto plazo, es decir, en las actividades cotidianas o semanales, las condiciones meteorológicas y su pronóstico son de importancia capital. Por ejemplo, en las actividades que se realizan en todas las fechas asociadas con la preparación del terreno, como siembra, germinación, fertilización, riego, deshierbe, cosecha, secado, almacenamiento, manejo de residuos, transporte, comercialización, y preparación del terreno para la próxima cosecha. Finalmente, como parte de las actividades a corto plazo están el seguimiento y pronóstico de las cosechas (rendimientos).⁷

Datos o sistema agroclimático

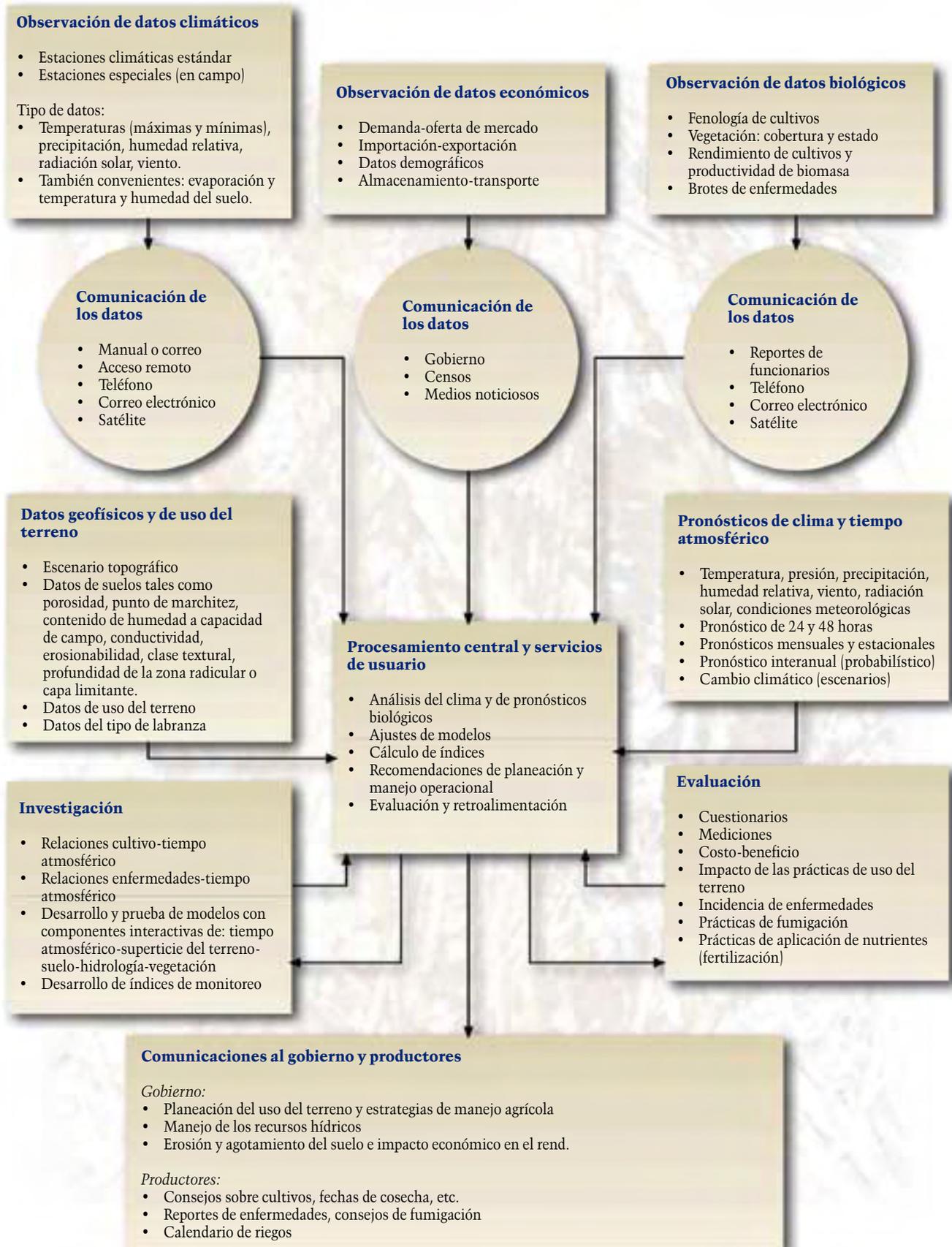
i *Qué es un sistema agroclimático?* Es un régimen que incorpora las propiedades físicas de la atmósfera-superficie del terreno-suelo y las interacciones vegetación-hidrología en la planeación y el manejo de los productos agrícolas (alimentos y materias primas). El objetivo principal de tal sistema es alcanzar un nivel óptimo de producción sostenible, por medio del uso de la información del tiempo atmosférico y el clima, mientras se mantiene la integridad del ambiente y se minimiza la degradación del suelo, los nutrientes y recursos hídricos disponibles. Si los medios tecnológicos están disponibles para elevar el rendimiento, por ejemplo con el uso de fertilizantes químicos, nuevas variedades de semillas o prác-

ticas mecánicas de cultivo, se debe tener cuidado especial para asegurar que el efecto de tales factores tecnológicos no sea adverso en el largo plazo. Un sistema agroclimático está integrado por los siguientes cinco subsistemas:⁹

1. Observación y medición de los elementos del clima.
2. Monitoreo geofísico y biológico para seguir el rastro del estado que guarda la superficie del terreno, el suelo y la vegetación o los cultivos.
3. Evaluación que determine las mejores estrategias de uso del terreno y de los recursos hídricos, así como las consecuencias de las prácticas agrícolas actuales o de los cambios propuestos.
4. Procesamiento de los datos y disseminación de la información, que ayuden a guiar tanto las decisiones de planeación como las operativas.
5. Un sistema o componente de investigación que establezca y mejore las relaciones entre el tiempo atmosférico y el clima con el suelo y la hidrología, para las diversas variedades de cultivo.

En la figura 1 se muestran estos subsistemas o unidades funcionales, como parte de sus procedimientos e interacciones involucradas, los cuales conforman el sistema agroclimático. Conviene hacer una distinción entre los datos requeridos para propósitos de pronóstico del tiempo atmosférico y el clima para la toma de decisiones de operación agrícola y con fines de investigación. Para los pronósticos se precisa de observaciones de las variables básicas meteorológicas, como son temperatura, viento, presión, precipitación y humedad relativa en dos lecturas por día y con resolución de una estación por cada 250,000 km² en las mediciones de las capas superiores y de 10 estaciones para la misma área en las lecturas de superficie. Para propósitos agrícolas se requiere de una densidad de estaciones mucho mayor, con lecturas adicionales de evaporación, radiación solar, temperatura y humedad del suelo. Por ejemplo, una red de 20 estaciones por cada 500 km² es necesaria para obtener una exactitud del 10 al 20% al medir la precipitación mensual. Finalmente, para investigación, son necesarias, las observaciones diarias o a

FIGURA 1
REPRESENTACION ESQUEMATICA DE UN SISTEMA AGROCLIMATICO
(Unninayar, 1989)





intervalos menores, requiriéndose por lo común de sistemas o redes de observación muy específicos.⁹

En general, los componentes requeridos para integrar un sistema agroclimático existen en todos los países, pero usualmente están bajo la jurisdicción de agencias de gobierno diferentes, y por ello sus beneficios y efectos en las actividades agrícolas no han sido, ni serán importantes. Un enfoque factible para mejorar tal circunstancia puede ser la formulación de proyectos conjuntos, o bien la creación de un departamento que integre la información e incluya a las diversas dependencias involucradas. Tomando en cuenta que el corazón del sistema agroclimático es la captura y el manejo de los datos meteorológicos, es lógico que tal sistema deba quedar incluido en el servicio meteorológico nacional, pero con el objetivo de interactuar con los datos de los sistemas físicos, de recursos naturales y de las experiencias agrícolas, pues, en general, los recursos climáticos, hídricos, edáficos, de cultivo (genéticos) y tecnológicos (riego, fertilización, plaguicidas, etc.) son componentes inseparables del sistema agroclimático.⁹

Al tomar en cuenta que cualquier evento o serie de anomalías atmosféricas o climáticas tienen efectos en la humedad del suelo, la vegetación (biomasa) y las actividades sociales y económicas, con retrasos que varían desde unos días hasta algunos años, los sucesos recientes y actuales proporcionan información parcial sobre el futuro de los componentes no meteorológicos del sistema agroclimático. El componente crítico en este aspecto es el me-

canismo divulgador de la información entre los productores, que requiere de una infraestructura de telecomunicaciones, o cuando menos de una estación de radio y un canal de televisión. Respecto a la credibilidad de los agricultores, ésta debe ser alcanzada mediante proyectos de demostración.⁹

Zonificación agroecológica

Respecto a la agricultura se han identificado dos grandes categorías de regiones naturales, que son las áreas homogéneas naturalmente y libres del alcance de la intervención del hombre, o zonas climáticas, y las áreas que son homogéneas debido a las actividades humanas, o zonas agroecológicas. Estas últimas son divisiones o áreas de una región, acordes con sus características climáticas y condiciones edáficas en relación con los objetivos agrícolas. Por ello, las metas principales de una zonificación agroecológica son el inventario de datos de los recursos naturales, la identificación de ambientes homogéneos, la determinación del potencial agrícola de la región, la planeación del desarrollo regional y la identificación de las prioridades de investigación.¹

En la actualidad, el enfoque convencional de una zonificación agroecológica consiste en utilizar conjuntamente datos sobre el clima, la textura de los suelos, la fisiografía y algunas estimaciones o cálculos específicos para evaluar el parámetro agroclimático, por ejemplo, el periodo de crecimiento, basándose en la precipitación, la

evapotranspiración potencial y el almacenamiento de humedad en el suelo.¹ En realidad, muchas de las veces este enfoque no se lleva a cabo plenamente, sino que sólo se detalla la caracterización del clima de acuerdo con diversos sistemas de clasificación, que abarcan desde los propósitos generales (clasificaciones de Köppen y Thornthwaite), hasta los específicos² (clasificación bioclimática UNESCO-FAO, agroecológica, de FAO; agroclimática; de Papadakis, y por zonas de vida, de Holdridge).

El análisis de los sistemas y los modelos de simulación del crecimiento y rendimiento de los cultivos son técnicas relativamente recientes, que permiten un entendimiento cuantitativo de los efectos dinámicos de los factores climáticos, edáficos y de manejo agronómico en el crecimiento y la productividad de diferentes zonas o regiones, para su caracterización agroclimática.

El enfoque moderno de la zonificación agroecológica contempla el uso de los modelos de simulación del crecimiento y desarrollo de los cultivos, los cuales integran los efectos dinámicos del clima, los suelos y las prácticas culturales en la determinación del rendimiento. Entonces, el uso del Sistema de Información Geográfica (GIS) y un modelo de simulación permitirá determinar el potencial agrícola y las fluctuaciones del rendimiento de la región, así como identificar las restricciones principales que limitan la productividad. La información anterior, conjuntamente con el clima, la fisiografía, la precipitación, los suelos, los patrones de cultivo y las fronteras administrativas permitirán una definición mucho más clara, precisa y lógica de las zonas agroecológicas.¹

Estimación de rendimientos y pronóstico de cosechas

Desde el inicio de las actividades agrícolas los campesinos se han interesado por establecer la cantidad de cosecha en relación con el área sembrada, ya que periódicamente se produce escasez o abundancia, debidas o asociadas a la inestabilidad del clima y a sus inevitables consecuencias en el rendimiento de los cultivos. Actualmente, los encargados de la planeación agrícola

dan cada vez mayor importancia al seguimiento del cultivo y a la estimación de la producción final, respecto a su dependencia de las condiciones atmosféricas y climáticas. Esto es lo que se conoce como monitoreo agroclimático y su objetivo es relacionar el rendimiento promedio observado con algún índice agroclimático, de manera que al estimar este último se pueda tener, conforme a la relación previamente establecida, un cálculo anticipado del rendimiento promedio y por lo tanto de la producción futura. La relación citada podrá ser gráfica o analítica, y su validez dependerá de la cantidad y calidad de la información empleada o disponible para generarla o encontrarla.

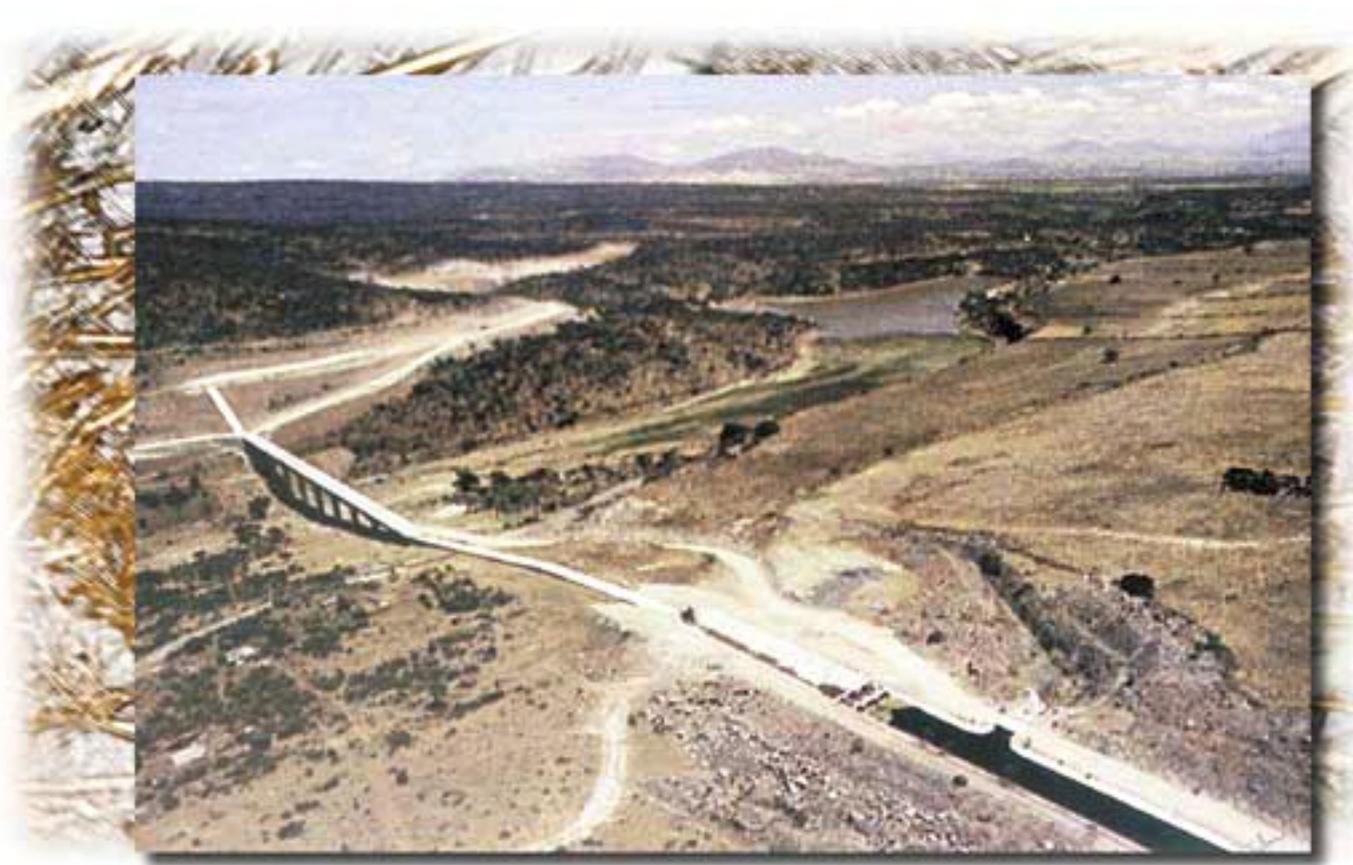
En general, cualquier índice climático que esté basado en las precipitaciones, las temperaturas, la radiación solar, la insolación, etc., definirá algún tipo de relación con los rendimientos promedio observados en la zona; tal es el caso de los índices climáticos de Papadakis y de Turc.² Por su parte, el índice de Satisfacción de Humedad (ISH), también conocido como índice agrometeorológico, que consiste en un balance hídrico-edafológico decenal de carácter anual y permite ir disminuyendo el ISH cuando a las demandas del cultivo no son satisfechas, ha demostrado gran utilidad para el seguimiento de éste y el pronóstico de su producción.⁴

Estudios climáticos

Su objetivo fundamental consiste en definir la aptitud agrícola de una zona o región, basándose en los efectos que tienen los factores y elementos del clima en los cultivos, lo cual permite estimar los rendimientos potenciales y reales, y tienden a optimizar la producción. Por lo anterior se han definido tres niveles o alcances para sus resultados.²

Nivel A. Panorama de cultivos. ¿Qué cultivos son factibles en la zona?

Nivel B. Potencial agroclimático. Estimación de los rendimientos potenciales y reales de temporal y con riego.



Nivel C. Pronóstico de la producción, basado en el manejo conjunto de la información climatológica disponible y de los rendimientos históricos observados.

Los estudios agroclimáticos preliminares utilizan datos climáticos mensuales y abarcan los niveles A y B en forma somera; en cambio, el estudio definitivo emplea la información climática diaria y su alcance llega hasta el nivel C, cuya exactitud de resultados depende de la disponibilidad de información climática, fenológica y edafológica. Los estudios agroclimáticos, tanto preliminares como definitivos, abarcan 10 capítulos:²

1. Objetivos.
2. Descripción general de la zona.
3. Recopilación de información climatológica.
4. Clima de la zona y sus consecuencias agrícolas.
5. Análisis de las precipitaciones.
6. Análisis de la radiación solar y las temperaturas.
7. Análisis de otros elementos climáticos.
8. Recopilación de información fenológica.
9. Modelos agroclimáticos de producción.
10. Resumen y recomendaciones.

Comentarios finales

En los próximos decenios, la agricultura deberá hacer frente a una demanda siempre creciente de alimentos y materias primas básicas, por una parte, y a la necesidad de utilizar los recursos sin causar una degradación o agotamiento del ambiente, por la otra, todo ello dentro del esquema dinámico que establecerán las condiciones sociales y económicas. Así, intensificación, sustentabilidad, optimización de recursos escasos y cambio climático son tópicos que deben ser estudiados, pues la complejidad de dichos temas obliga a realizar un enfoque de los sistemas, en el cual muchas disciplinas pueden integrarse. En este contexto la agroclimatología es el primer paso hacia el entendimiento del sistema climático, mediante su observación y monitoreo, su caracterización y búsqueda inicial de relaciones cuantitativas entre los cultivos y los ambientes climáticos (rendimientos).

Por fortuna, en nuestro país, desde los años ochenta, instituciones como la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Posgraduados, el Servicio Meteorológico Nacional y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos establecieron programas académicos y de in-

vestigación, o bien, para elaborar estudios en agroclimatología, lo cual ha rendido frutos en recursos humanos capacitados, publicaciones especializadas y documentos prácticos muy valiosos. Sin embargo, falta mucho por hacer en este campo, tanto en investigación como en docencia y, sobre todo, para integrar lo que en este trabajo se ha descrito como sistema agroclimático (véase fig. 1).



Referencias

- 1 Aggarwal, P. K. "Agro-ecological Zoning Using Crop Growth Simulation Models: Characterization of Wheat Environments of India", in *Systems Approaches for Agricultural Developments*, F. W. T. Penning de Vries *et al.* (eds.), The Netherlands, 1993, Kluwer Academic Publishers, pp. 97-109.
- 2 Campos A., D. F. "Guías para la elaboración de estudios agroclimáticos de cultivos (propuesta normativa)", *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. X, núm. 1, enero-abril de 1995, pp. 15-33.
- 3 Elston, J. "Climate", in *Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments*. Los Baños, Philippines, 22-26 september, 198, International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Philippines, 1983, pp. 3-14.
- 4 Frère, M., y G. Popov. *Pronósticos agrometeorológicos del rendimiento de los cultivos*, estudio FAO: producción y protección vegetal núm. 73, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia, 1986. 194 p.
- 5 Guyot, G. *Physics of the Environment and Climate*. chapter 5. "Topoclimates and Microclimates", pp. 310-371, and chapter 6. John Wiley & Sons, Ltd., "Climatology and Agroclimatology, pp. 372-447, Chichester, England, 1998, 632 p.
- 6 Haws, L. D.; H. Inoue; A. Tanaka, and S. Yoshida. "Comparison of Crop Productivity in the Tropics and Temperate Zone, pp. 403-413 in *Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments*, Los Baños, Philippines, 22-26 september 1980. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Philippines, 1983, 526 p.
- 7 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *La Meteorología ayuda a producir alimentos*. OMM, núm. 624, Secretaría de la OMM, Ginebra, Suiza, 1984, 35 p.
- 8 Toharia Cortés, M. *Tiempo y clima. Predecir el tiempo, tarea difícil, tarea importante*. Capítulo 2. "Tiempo y clima, elemento y articulación", pp. 6 y 7, Colección Salvat de Temas Clave, Barcelona, España. 1981, 64 p.
- 9 Unninayar, S. "Basic Data Requirements of an Agroclimatic System, pp. 341-346 in *Climate and Food Security*, proceedings of the International Symposium, 5-9 february 1987, New Delhi, India, IRRI and American Association for the Advancement of Science, Manila, Philippines, 1989, 602 p.
- 10 World Meteorological Organization (WMO). *Guide to Agricultural Meteorological Practices*. Chapter 1. "General", pp. 1-23, WMO-No. 134, Secretariat of the WMO, Geneva, Switzerland. 1981, 150 p.



El náhuatl en la historia de México

Entre la exclusión y la integración

PILAR MÁYNEZ

A

mediados del siglo XIX, A. Schleicher planteaba que las lenguas, al igual que los seres vivos, nacen, crecen, envejecen y mueren fuera de la voluntad humana. Inmerso en las concepciones de cambio lingüístico imperantes en los estudios decimonónicos, Schleicher sostenía, lo mismo que los comparatistas que le habían antecedido, que la diversidad lingüística es el resultado de la desmembración de un mismo tronco común y que los objetivos de sus trabajos deberían estar encaminados a establecer el parentesco genético de las especies lingüísticas.



A grandes rasgos, las lenguas siguen el ciclo advertido por los naturalistas, sólo que éste no puede concebirse únicamente como un proceso mecánico ajeno a otros múltiples factores que, sin duda, determinan su destino. Para que un idioma continúe existiendo, para que muera, para que alterne con otros sistemas en forma paralela o para que se imponga sobre ellos, se requiere de la confluencia de aspectos de variada índole. En la conservación de una lengua, en su fortalecimiento o extinción, intervienen en buena parte las medidas adoptadas por las autoridades gubernamentales, pero también la decisión de la comunidad de continuar comunicándose por medio de ese código heredado. La planeación lingüística posibilita el desarrollo de los idiomas patrimoniales, pero en algunos casos, sin contar con ella, las minorías étnicas y lingüísticas han logrado que se respeten sus derechos de convivencia y de expresión. De lo anterior se desprende que la existencia de una lengua no es ajena, como pensaba el botánico lingüista hace ya siglo y medio, a la voluntad de sus usuarios y responde a múltiples condiciones vinculadas con las tendencias imperantes en un momento histórico determinado o con el ideario de los diversos gobiernos, e incluso, como se ha dicho ya, con el deseo o no de los hablantes de continuar empleándola.

Al llegar a México, los españoles se encontraron con tres lenguas francas o comunes: la maya, en la península de Yucatán; la tarasca, en el reino de Michoacán, y la mexicana o náhuatl en un extenso territorio que abarcaba desde el centro de México hasta Nicaragua. Los europeos contribuyeron a la expansión del náhuatl como medio idóneo para lograr la comunicación con los naturales y alcanzar los propósitos de conversión religiosa que justificaban, en buena medida, la presencia de los conquistadores en América. Según comenta fray Jerónimo de Mendieta:

“Esta lengua mexicana [el náhuatl] es la general que corre por todas las provincias de esta Nueva España, puesto que hay muchas y diferentes lenguas particulares de cada provincia, y en partes de cada pueblo, porque son innumerables. Mas en todas partes hay intérpretes que entienden y hablan la mexicana, porque ésta es la que por

todas partes corre, como la latina por todos los reinos de Europa".¹

En los primeros decenios de la Colonia comenzó a desplegarse una serie de pronunciamientos en torno a las políticas lingüísticas que deberían seguirse en la Nueva España, y durante los tres siglos que abarcarán el periodo colonial, se advirtió un movimiento pendular por parte de las autoridades competentes, que oscilaba entre el confinamiento de las lenguas indígenas y su permanencia y estudio. Es innegable que el propósito fundamental de la Corona fue el de extender a los territorios conquistados la lengua, las costumbres y las instituciones de Castilla, a fin de simplificar el control y la administración sobre ellos. Sin embargo, los misioneros encargados del trabajo de conversión, vinculados más estrechamente a sus nuevos prosélitos, advirtieron el impedimento de sus fines religiosos si acogían la rigurosa política de castellanización. Así lo hicieron saber a las autoridades imperiales, quienes en 1536 giraron instrucciones al virrey de Mendoza para que los religiosos aprendieran los idiomas vernáculos, en tanto los indígenas hacían lo mismo con el español, por ese entonces, incluso, se llegó a alentar el trabajo de codificación de las diversas lenguas patrimoniales y su registro lexicográfico, mediante donaciones especiales a los frailes encargados de esa tarea.²

Se inicia así la confección de una serie de gramáticas y diccionarios inspirados en las obras de Elio Antonio de Nebrija. Lo anterior, sin embargo, no supone que sean éstas meras reproducciones de los trabajos del sevillano, pues los misioneros lingüistas tuvieron que adaptar los nuevos sonidos al sistema gráfico latino, que ellos a su vez habían heredado. Asimismo, tuvieron que adecuar la explicación gramatical a la naturaleza propia de cada una de las lenguas que describían y encontrar una terminología acorde con las peculiaridades morfológicas y sintácticas de ellas. De esta forma, el franciscano Andrés de Olmos compuso en 1547 la obra denominada *el Arte para aprender la lengua mexicana*, primera de un idioma del Nuevo Mundo, y anterior, incluso, a la primera del francés, del italiano y del inglés. Por otra parte, el también franciscano Alonso de Molina elaboró en 1555 el *Voca-*

bulario en lengua castellana y mexicana, que sigue siendo en la actualidad fuente de obligada consulta.

En 1550, la metrópoli cambió de opinión en forma radical y ordenó que se enseñara únicamente el castellano. Las razones aducidas para ello tenían que ver con la supuesta ineficiencia de los idiomas vernáculos para referirse a conceptos propios del misterio de la fe católica, que se trataba de trasplantar en el proceso que Robert Ricard ha llamado la "conquista espiritual" de México. No obstante, continuaron realizándose obras de carácter religioso en náhuatl, como la *Psalmodia Christiana*, de fray Bernardino de Sahagún, y otras sobre sus características fonológicas y estructurales, como el *Arte mexicano*, de Antonio del Rincón.

Durante el siglo XVII y mediados del XVIII continuó la doble tendencia en las políticas lingüísticas, que se había venido registrando en la primera etapa de la colonia, pues Felipe III consideró necesario, como lo había hecho su padre, que los religiosos aprendieran las lenguas amerindias, y que, de no ser así, incluso fueran removidos de sus cargos, en tanto que su sucesor, Felipe IV, alentó la enseñanza y difusión de la lengua de Castilla entre sus súbditos del Nuevo Mundo. Lo anterior se puede constatar en una cédula expedida en Madrid en 1634 en la que se insta a: "Que los curas y doctrineros de indios, usando de los medios más suaves, dispongan y encaminen que a todos los indios sea enseñada la lengua española".

A principios del siglo XVIII, advierte Ascensión H. de León-Portilla, los decretos promulgados por Felipe V, que estaban influidos por el ideal de modernidad, establecen el carácter centralizador del Estado español, y estas políticas inciden igualmente en el contexto lingüístico peninsular, de gran pluralidad, y se extienden por supuesto a América,³ pero en las últimas décadas del siglo XVIII, la Corona resuelve de manera drástica que los naturales hablen sólo español. El arzobispo Francisco Antonio de Lorenzana, quien defendía la idea de que la unidad de la nación podría asegurarse sólo mediante la uniformidad idiomática, jugó un papel decisivo en este nuevo parecer. Lorenzana consideraba que la obligatoriedad en el uso del castellano permitiría no sólo adelantar la propagación de



la fe católica, sino también evitar el aislamiento de las distintas etnias, debido, en buena parte, a su heterogeneidad lingüística. Para finales de ese siglo y principios del siguiente, se mantuvo la tendencia centralizadora de la monarquía ilustrada; no obstante, las cátedras de náhuatl continuaron vigentes y los escribanos indígenas siguieron trabajando en la elaboración de documentos de diversa naturaleza, como litigios de tierras, testamentos y cartas que hoy podemos consultar en diferentes archivos. Asimismo, durante este tiempo continuaron realizándose gramáticas y compilaciones léxicas, como el *Arte de la lengua mexicana*, de Horacio Carochi, y el *Vocabulario manual de las lenguas castellana y mexicana*, de Pedro de Arenas, al igual que obras de carácter religioso, como confesionarios y doctrinas. A éstas se incorporaría un nuevo género que despertó el interés de clérigos y laicos. Me refiero a las apariciones de la Virgen de Guadalupe, narradas en náhuatl, que se publicaron desde mediados del siglo XVII.

El siglo independiente puede dividirse en tres etapas.⁴ La primera de ellas comprende de 1810 a 1833 y se caracteriza por ser una prolongación del periodo colonial, en la que no se pueden consolidar las aspiraciones liberales y se intenta proteger los derechos individuales y alcanzar la libertad de expresión en asuntos políticos, así como la igualdad entre españoles e hispanoamericanos. No obstante, México no logra la concordia social, y lo que impide en los treinta primeros años es la pobreza y el aislamiento en todos los sectores de la actividad humana.⁵ Los criollos manifiestan un profundo menosprecio hacia los indios, en quienes ven la personificación del atraso y la ignorancia. El segundo periodo abarca de 1833 a 1857, época en que se ponen en marcha los modelos por monitoreo, empleados por Bell y Lancaster para mejorar la educación de las clases populares en Londres. El sistema interesa a José María Luis Mora, quien se percata de las posibilidades que representa para la educación de masas –pues en ese entonces sólo uno de cada diez mexicanos sabía leer y escribir– y como eficaz instrumento para interpretar las sagradas escrituras sin la mediación de terceros. Se traducen al náhuatl 24 capítulos del Evangelio

de San Lucas, que narran la vida de Jesucristo, con el doble propósito de difundir la fe católica sin la persistente intromisión de la Iglesia, y de fomentar la escritura y lectura del idioma mexicano.

Con la promulgación de la carta constitucional de 1857 y de las Leyes de Reforma se da el triunfo de los progresistas. Se trasplanta el liberalismo europeo a México, pero con las restricciones que implica la territorialidad de las comunidades indígenas, consideradas como formas arcaicas que no permiten el progreso y la integración nacional anhelados. Finalmente, entre 1857 y 1910 transcurre la tercera etapa del México independiente, en la que se privilegia el orden y el progreso frente al caos liberal, y se intenta incorporar a la población indígena al proceso de mestizaje biológico y cultural en el marco de la civilización de Occidente. De este momento data la referencia a las lenguas indígenas como “dialectos”, designación despectiva que desafortunadamente persiste en la actualidad y que desvirtúa el concepto de “variante de lengua” que le es propio dentro de la terminología lingüística.⁶ Resulta fundamental replantear esa actitud, herencia de una deformación decimonónica, pues no existen idiomas superiores ni inferiores y ninguno se debe subestimar ninguno por considerarlo manifestación propia de pueblos pobres y sojuzgados. Carlos Montemayor señala al respecto que: “El náhuatl es un sistema tan completo como el alemán; el maya es un sistema tan completo como el francés; el zapoteco lo es también como el italiano y el purépecha como el griego, el español y el inglés lo son como el otomí y el mazateco. Variación dialectal es un concepto lingüístico que se aplica al uso regional de un idioma.”⁷

En estos últimos decenios del siglo XIX se inicia también una polémica que no ha dejado de tener adeptos hasta hoy. Se trata del debate entre indigenistas e hispanistas, encabezado por Ignacio Manuel Altamirano y Francisco Pimentel, respectivamente. Los primeros consideraban necesario incorporar indigenismos en la literatura mexicana, como forma de particularizar esa expresión artística, en tanto que los hispanistas sostenían que la inserción de dichos elementos sólo atentaba contra la corrección y

pureza del castellano, contra el buen gusto que debería imperar en esas producciones, polémica que traspasa el ámbito literario y llega hasta el lingüístico. Actualmente este controvertido tema continúa siendo valorado mediante diversas investigaciones bibliográficas y de campo.

Durante esa época se vive en las esferas cultural y académica un renacer mexicanista, que puede apreciarse en la intensa actividad de historiadores y filólogos para el estudio del pasado prehispánico. De Manuel Orozco y Berra es *La historia antigua y de la conquista de México*, que incorpora novedosa información de primera mano sobre el mundo mexicano e incluye, además, reflexiones interesantes acerca de las características de la escritura nahua. A Joaquín García Icazbalceta se debe el *Vocabulario de mexicanismos*, que, aun cuando inconcluso, representa una joya de nuestra lexicografía por la riqueza de su material y las correlaciones que establece con vocablos sinónimos empleados en otros países de Hispanoamérica. A finales del siglo XIX se publican también monografías y trabajos mayores sobre toponimias entre los que destaca el de Antonio Peñafiel, *Nombres geográficos de México*. Por su parte, Francisco del Paso y Troncoso se encarga del estudio de los códices, de la paleografía y traducción al castellano de obras del teatro evangelizador y de la edición de buena parte de la magna producción de Sahagún.

En vísperas de la Revolución se crea el Ateneo de la Juventud, cuando un grupo de intelectuales se reúne a fin de reorientar las tendencias positivistas que habían prevalecido en los decenios anteriores y replantear la cultura porfiriana, que emulaba los modelos franceses e ingleses, y también reaccionaron contra lo que consideraban el desdén por las humanidades, manifestado durante el régimen dictatorial de Porfirio Díaz. Aunque la vida del Ateneo fue breve –1906-1914–, su existencia marca un hito en nuestra historia, por sus novedosas propuestas y por la relevancia de los miembros que lo integraron: Alfonso Reyes, José Vasconcelos, Martín Luis Guzmán y el filólogo dominicano Pedro Henríquez Ureña, quien realizó importantes trabajos en torno al sustrato indígena y a las peculiaridades del español en América,⁸ entre otros.

A mediados de los años treinta, la balanza se inclina

en favor de las lenguas indígenas. Las tendencias anteriores en aras del progreso y de la unidad nacional ceden el paso al reconocimiento de la realidad pluriétnica y plurilingüística de México. Así, en 1936 se modifica el artículo 3o. de la Constitución, para establecer la educación bilingüe, y Lázaro Cárdenas impulsa el estudio y cultivo de los idiomas patrimoniales, y acuerda con el lingüista norteamericano William Townsend las acciones que deberán conseguirse. Comienza así la labor del Instituto Lingüístico de Verano, cuyas tareas se centran en la traducción de la *Biblia* a diferentes lenguas nativas, así como en la confección de un programa para la alfabetización, de gramáticas y vocabularios. El propio Townsend elabora una cartilla para facilitar la lectura y escritura del náhuatl, y propone la alfabetización en lengua indígena como etapa previa a la adquisición del español, método al que se le

denomina “castellanización indirecta”. El trabajo de estos misioneros lingüistas que se habían venido estableciendo en diversos centros regionales comprende también el rescate de textos propios de la tradición oral y a manera de ejemplo, tenemos, en náhuatl de la huasteca el relato acerca de un conejo que tenía un jacal de palmas o el cuento que recoge las costumbres existentes en los pueblos de habla náhuatl del estado de Michoacán, cuando los jóvenes van a casarse. La más reciente de sus aportaciones es el *Diccionario del náhuatl del norte del estado de Puebla*, publicado el año pasado.

Durante el régimen de Avila Camacho se emprende una campaña de alfabetización masiva, que arroja resultados positivos en la población hispanohablante, pero que fracasa entre los indígenas. El método empleado no podía ser el mismo para unos y otros, puesto que se trataba de casos diferentes, y por tal motivo la Secretaría de Educación Pública reorientó el camino y estableció un plan de alfabetización en sus respectivos sistemas, anterior a la castellanización, como se había sugerido anteriormente. En los años que siguen decae el interés por el fortalecimiento de los idiomas vernáculos, pues la atención se enfoca más bien al crecimiento económico del país, y la reivindicación de éstos no corresponde con los anhelos de adelanto y prosperidad.

En 1956 se funda el Seminario de Cultura Náhuatl en la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección de dos importantes humanistas: Angel Ma. Garibay y Miguel León-Portilla, quien actualmente continúa encabezándolo. Por él ha pasado un gran número de investigadores mexicanos y extranjeros que han encontrado el espacio idóneo para interactuar académicamente, y de él también han emanado diversos proyectos, individuales y colectivos, como la tercera edición de la *Monarquía Indiana*, de fray Juan de Torquemada, y la coordinación de múltiples publicaciones y actividades de difusión, cuyo propósito principal es el de estimular los esfuerzos de algunas comunidades por preservar sus lenguas y tradiciones.

En años recientes se han intensificado los esfuerzos por implantar una verdadera educación bilingüe y bicultural.



tural en las zonas de la República que así lo exigen. A partir de 1993, la Secretaría de Educación Pública se preocupó por responder a las características particulares de los diversos grupos étnicos del país, y esta nueva orientación tuvo como propósito estimular la enseñanza del español como lengua común de todos los mexicanos, sin desatender el estudio de los idiomas nativos; de ahí que se hayan venido publicando libros de texto en 55 variantes de 33 distintos sistemas que cubren los primeros cuatro años del ciclo básico y tratan del lenguaje en sus vertientes oral, escrita y gramatical,⁹ y se haya estimulado, asimismo, la producción literaria en esos idiomas mediante la fundación, en 1996, de la Casa de Escritores en Lenguas Indígenas. Gracias a las narraciones y poemas de estos creadores, hoy podemos conocer las costumbres de las distintas etnias y el sentir más hondo de quienes por siglos se han visto sujetos a caprichosos pareceres y adversas ideologías. Miguel León-Portilla advierte al respecto: “La palabra con, la dulzura del náhuatl y de otras muchas lenguas vernáculas de México, comienza a resonar con fuerza. En un mundo amenazado por una globalización rampante, es ella prenuncio de esperanza. Nos hace ver, entre otras muchas cosas, que las diferencias de lengua y cultura son fuente de creatividad perdurable”.¹⁰

En suma, podemos concluir que las políticas adoptadas respecto a las lenguas indígenas, desde la Colonia hasta nuestros días, se han caracterizado por una continua oscilación y, como signo de atraso frente a la modernidad y prueba de la diversidad plurilingüe de nuestro país contra los repetidos esfuerzos de unificación lingüística, algunas de ellas han logrado sobrevivir a pesar de los embates políticos e ideológicos a los que se han visto expuestas durante siglos. No obstante, los idiomas vernáculos han sido también revalorados como importantes medios para fines proselitistas y apreciados como manifestación palpable de un pasado glorioso que refuerza nuestra identidad. Esperamos que el resurgimiento de las lenguas indígenas que se experimenta en la actualidad continúe siendo alentado por las instancias gubernamentales correspondientes, a fin de que no vuelvan a ser acallados los testimonios vivos de nuestra riqueza cultural. 

Referencias

- 1 Fray Jerónimo de Mendieta. en Beatriz Garza Cuarón, “Los estudios lingüísticos en México”, *Estudios de lingüística de España y México*, UNAM y COLMEX, 1990, n. 5, p. 37.
- 2 Georges Baudot. *Utopía e historia en México. Los primeros cronistas de la civilización mexicana (1520-1569)*, Madrid, 1983, Espasa Calpe, p. 104.
- 3 Véase Tepuztlahcuilolli. *Impresos en náhuatl. Historia y bibliografía*, México, 1988, UNAM. t. I, pp. 57-58.
- 4 Véase Gonzalo Aguirre Beltrán, *Lenguas vernáculas su uso y desuso en la enseñanza: la experiencia de México*, México, 1983, Ediciones de la Casa Chata, p. 67.
- 5 Luis González. “El periodo formativo”, en *Historia mínima de México*, México, 1977, El Colegio de México, p. 102.
- 6 Véase Leonardo Manrique. “Pasado y presente de las lenguas indígenas de México”, *Estudios de lingüística de España y México*, México, 1990, UNAM y COLMEX, p. 403.
- 7 Carlos Montemayor. “La función de la literatura y la escritura en las lenguas indígenas”, en *Políticas lingüísticas en México*, México, 1997, *La Jornada Ediciones* y el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM, p. 236.
- 8 Para mayor referencia véase Carlos Monsiváis. “Notas sobre la cultura mexicana en el siglo XX”, en *Historia General de México*, México, 1977, El Colegio de México, t IV, p. 318-331.
- 9 Este dato fue proporcionado a la autora por el profesor José Carmen Díaz, Director para el Desarrollo y Fortalecimiento de las Lenguas Indígenas de la Dirección General de Educación Indígena.
- 10 *Visión de los vencidos, relaciones indígenas de la conquista*, México, 1999, UNAM, Biblioteca del Estudiante Universitario No. 81, 16 a. ed., pp. V-VI.



Gases de *invernadero* generados de residuos sólidos

MA. NEFTALÍ ROJAS VALENCIA, CLAUDIA SHEINBAUM PARDO Y MA. TERESA ORTA LEDESMA

U

Introducción

Un problema no considerado por años, incluso en los países industrializados, se refiere a la liberación de emisiones contaminantes de los sitios en donde se disponen los residuos sólidos municipales (RSM). Algunos estudios han revelado que uno de los efectos potenciales más importantes y asociados con la gestión de los servicios de aseo urbano es la contaminación del aire por componentes potencialmente cancerígenos y no cancerígenos, así como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Tanto el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2) –principales GEI–, como los componentes potencialmente cancerígenos, provienen de la descomposición natural de los residuos sólidos, ocasionado por las reacciones químicas y biológicas producidas por el biogás.^{1,7}



Figura 1. Vista panorámica del relleno sanitario de Santa Fe.



Figura 2. Recolector de biogás instalado en Nuevo Laredo.



Figura 4. Quemadores de gases instalados en Prados de la Montaña.



Figura 5. Aproximación de los quemadores de gases instalados en Prados de la Montaña.



Figura 3. Quemador de biogás instalado en Prados de la Montaña.

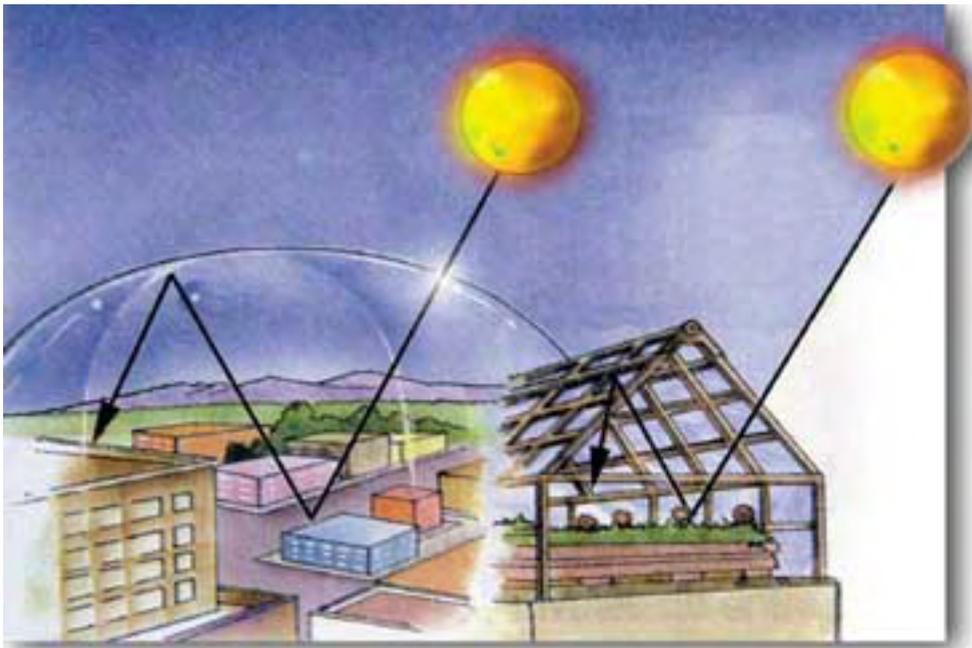


Figura 6.
Esquema del
efecto de
invernadero.

En la mayoría de los rellenos sanitarios antiguos se presentan fugas de CH_4 y CO_2 , ya que no fueron diseñados con recolectores de biogás. Los nuevos dispositivos de basura, ubicados en países como Chile, los Estados Unidos, España, Brasil, Alemania, la India y China, ya cuentan con mecanismos que permiten atrapar el gas metano y reutilizarlo para la generación de electricidad; por lo anterior, los últimos análisis del aire que circula sobre los rellenos sanitarios modernos raramente muestran niveles significativos de metano.⁴

En cuanto a México, los logros alcanzados en el manejo de los residuos sólidos son escasos, debido a que el método más generalizado para llevar a cabo su disposición final sigue siendo el tiradero a cielo abierto, práctica que consiste en depositar los residuos sólidos sobre el suelo sin control alguno, lo cual ocasiona una serie de efectos adversos sobre el ambiente.

Por lo que concierne al control de gases, en algunos casos el biogás es captado mediante sistemas de ingeniería (véanse figs. 1 y 2); no obstante, por lo regular, los gases son emitidos libremente a la atmósfera sin ningún aprovechamiento o tratamiento, y esto implica que queda fuera de control la emisión a la atmósfera de gases tóxicos y de invernadero.

En México atinadamente, se han efectuado estudios en algunos rellenos sanitarios para establecer una serie de alternativas de aprovechamiento del biogás, considerando la factibilidad técnica y económica de poder emplear el

gas como fuente de energía eléctrica o como recarga para una red de distribución de gas natural. En el área metropolitana de la ciudad de México se han instalado quemadores con el fin de controlar posibles explosiones, olores desagradables y la contaminación del aire^{6,7} (véanse figs. 3, 4 y 5) sin embargo, falta evaluar las emisiones de gases de invernadero proveniente de dichos rellenos.

Gases de efecto invernadero

La mayoría de los GEI se generan naturalmente. La emisión de estos gases ha aumentado de manera considerable debido al incremento en la combustión de energías fósiles como el petróleo, el gas natural y el carbón (véase, fig. 6). De acuerdo con el último informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático Global de las Naciones Unidas (IPCC), el sistema climático mundial está experimentando una alteración de origen antropogénico, causada por el hombre y asociada a las emisiones de GEI que se producen principalmente por la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo. Cifras proporcionadas por el Banco Mundial estiman que aproximadamente 23 mil millones de toneladas de bióxido de carbono (principal GEI) se emanaron a la atmósfera en 1995, cantidad tres veces mayor al valor estimado para 1950,⁸ y algunos cálculos revelan que el 50% de CO_2 y 20% de CH_4 es emitido por RSM.³

De acuerdo con las predicciones climáticas del IPCC,

de continuar el crecimiento de las emisiones y concentraciones atmosféricas de GEI, la temperatura de la atmósfera terrestre podría elevarse entre 1.5 y 3.5 grados centígrados a lo largo del próximo siglo. Como causa de este aumento de la temperatura, el nivel medio del mar también podría elevarse entre 50 y 90 centímetros y se generarían cambios en los patrones climáticos, con posibles efectos catastróficos en diversas zonas del planeta. Entre los gases de efecto invernadero más importantes se encuentran:

1. El CO_2 , que viene de la descomposición de materiales, la respiración de plantas y animales, la combustión natural y la inducida por las actividades humanas y los materiales inflamables. Es removido de la atmósfera mediante la fotosíntesis y la absorción oceánica. Se trata de un gas químicamente estable y persistente, que permite el paso de la radiación solar de onda corta hacia la tierra y detiene, por el contrario, la salida del calor irradiado, provocando el llamado efecto de invernadero. Tiene un tiempo de permanencia en el sistema climático relativamente largo, del orden de un siglo o más.⁹
2. El CH_4 . Aunque hay menos metano que dióxido de carbono en la atmósfera, el metano es un gas de efecto invernadero más potente, que presenta 21 veces mayor fuerza que los efectos globales de calentamiento por CO_2 y es producido por la descomposición de la materia sin la presencia del oxígeno. Las fuentes primarias de metano incluyen pantanos, campos de arroz, procesos digestivos, animales y basura en descomposición, y es el principal componente energético de la mezcla de gases presentes en el biogás producido en los rellenos sanitarios, que resulta altamente explosivo, puede ocasionar incendios y genera olores desagradables; sin embargo, presenta la ventaja de que es posible utilizarlo en la producción de energía y proporcionar así ganancias asociadas.⁷
3. Halocarbonados. Estos químicos, producidos por las actividades humanas, son compuestos que contienen integrantes de la familia de los halógenos y el carbón,

y constituyen los gases de invernadero más potentes.

4. Otros GEI son el vapor de agua, el óxido nitroso y el ozono.

Emisión de gases de efecto invernadero por RSM

En el ámbito mundial comienza a reconocerse el problema de la emisión de GEI proveniente del manejo de RSM; sin embargo, existen pocos estudios en los que se cuantifique esta emisión. En Japón, por ejemplo, se estima que del 35% de metano que se genera en los rellenos sanitarios, el 15% llega a formar parte de los GEI. Cabe señalar que en Japón los rellenos sanitarios generalmente consisten en residuos no combustibles y cenizas, por lo cual generan bajos niveles de GEI, mientras que en Europa y los Estados Unidos se tiene buen control de metano, por lo cual se asume que el problema no es muy grave, aun cuando, no deja de presentarse.^{3, 4}

Factores que influyen en la emisión de biogás y GEI de los RSM

La evolución de los componentes del biogás en un relleno sanitario y la razón de su producción en todo momento se debe al menos a 12 factores: 1) composición y edad de los desechos; 2) cantidad y calidad de los nutrientes; 3) trituración; 4) densidad de los desechos, compactación, permeabilidad y porosidad; 5) contenido de humedad; 6) temperatura; 7) pH; 8) contenido de materiales tóxicos; 9) población de microorganismos; 10) volumen del relleno; 11) condiciones climáticas y geológicas del lugar, y 12) edad del relleno. Los más importantes se describen a continuación.

1. Composición de los RSM. Dicha composición se refleja en las variaciones estacionarias y geográficas. Los materiales tóxicos e inhibitorios afectan la actividad de la bacteria metanogénica, y se ha demostrado que elementos como Na, K, Ca y Mg estimulan la generación de biogás en pequeñas concentraciones (75-400

mg/l), inhiben resultados en mayores concentraciones (1000 mg/l) y tienen efectos tóxicos en cantidad.¹

Para medir las emisiones de los GEI por los RSM se debe efectuar una caracterización de la basura y determinar qué componentes tienen más efectos en la generación de GEI. Las determinaciones se basan en el volumen generado, y en las diferentes cantidades de energía usada para fabricar los productos, desde el material virgen hasta el proceso de reciclado. Los componentes de los residuos sólidos que se ha observado que producen gases y constituyen el 52% en peso de los RSM son XI: 1) residuos alimenticios; 2) restos de jardinería; 3) papel periódico y de oficina; 4) plástico/hule, polietileno de alta densidad, polietileno de baja y polietileno teraftalato; 5) textiles; 6) madera; 7) metales, latas de aluminio y de acero; 8) vidrio/cerámica; 9) ceniza/roca; 10) materiales finos, y 11) miscelánea. El gas generado en descomposición está compuesto aproximadamente de 54% de CH₄ y 46% de CO₂.

2. Cantidad y calidad de los nutrientes. La velocidad de la degradación anaerobia y la velocidad de generación del biogás se da en orden descendente, y depende de la cantidad y calidad de los nutrientes—residuos de comida, papel y cartón, hojas y pastos, madera y hule. Por ello, en los rellenos sanitarios en que se ha depositado basura con alto contenido de residuos orgánicos fácilmente degradables, el biogás tiende a generarse de manera rápida durante los primeros seis años, mientras que en aquellos en los que ha sido depositada basura con alto contenido de papel, cartón, madera y plástico, el metano se genera durante un lapso de 15 a 30 años. En los rellenos donde se han depositado residuos como hueso, hule, plástico rígido, poliuretano, poliestireno expandido y fibra sintética se genera metano hasta los 60 años, ya que son compuestos de degradación lenta.
3. Trituración. La pulverización de residuos reduce el tamaño de las partículas presentes, lo que aumenta el área de contacto entre éstos y los microorganismos, proporcionando una degradación más rápida. En la ciudad de México los residuos nunca se trituran.

4. Densidad de desechos, compactación y porosidad. La compactación de residuos disminuye su porosidad y propicia el contacto de la porción biodegradable con los microorganismos; asimismo, reduce la cantidad de aire presente, por lo que puede aminorar el tiempo necesario para la descomposición anaerobia y la generación de metano.
5. Humedad. El contenido de humedad es crítico para la formación de biogás. En ensayos experimentales se encontró que elevar la humedad de un 61% a un 75% puede aumentar de 10 a 20 veces la velocidad en que se genera el metano por periodos cortos. Esto sugiere que en un relleno sanitario el control de humedad puede ser utilizado para regular la generación de metano.
6. Temperatura. En los microorganismos presentes durante la degradación anaerobia, la bacteria metanogénica (capaz de generar metano al descomponerse la basura) es la más sensible a cambios de temperatura, habiéndose establecido empíricamente que el potencial óptimo para la generación de metano es alrededor de 25 °C para el rango mesofílico y 55 °C para el rango termofílico. La generación de metano en condiciones cálidas (termofílicas) es el doble que en condiciones mesofílicas.
7. pH. El pH en un relleno sanitario es influenciado por dos factores fundamentales: los ácidos que se producen durante la fase de fermentación ácida y el dióxido de carbono que se disuelve en el agua presente. Los ácidos tienden a bajar el pH; sin embargo, el dióxido de carbono, debido a su capacidad de actuar como *buffer* (una solución que equilibra cualquier efecto que se pueda presentar por subir o bajar el pH), opone resistencia al cambio de dicho pH. Tal circunstancia propicia la proliferación de microorganismos metanogénicos, ya que éstos mantienen valores de pH casi neutros.

El contenido energético del biogás generado por la basura dispuesta en rellenos sanitarios y el daño que ocasionan las emisiones de dicho gas hacia la atmósfera obligaron a evaluar mundialmente el rendimien-

to teórico potencial del biogás a partir de residuos sólidos municipales. En los Estados Unidos y en la Unión Europea, los resultados fueron de 730×10^9 , 40×10^9 , 47×10^9 m³/año, respectivamente.² En la tabla 1 se muestra la evaluación del biogás medido en diferentes rellenos sanitarios localizados en la ciudad de México.

De acuerdo con lo que puede observarse en esta tabla, los sitios considerados con mayor potencial resultaron ser los de San Lorenzo, Santa Fe, Santa Catarina, Bordo Poniente y Prados de la Montaña. Su vida productiva se estimó en siete y nueve años para los dos primeros, y de catorce años para los tres restantes, permitiendo instalar una capacidad de 2.5, 8, 5.5, 3 y 7 MW, respectivamente. En conjunto, la vida productiva de estos sitios se estimó en 14 años y su capacidad instalada fue de 26 MW. Para Santa Cruz Meyehualco, la contribución estimada fue entre 2 a 3 MW durante 15 ó 20 años, pero dada su magnitud y antigüedad resultó poco atractiva su explotación. Estas cifras se suman a los 730×10^9 m³/año calculados mundialmente y al interés en torno al calentamiento global del planeta, por lo que resulta imperante controlar y explotar las grandes cantidades de gas generadas en los todos los rellenos sanitarios.

Tabla 1
Resultados de la evaluación de las emisiones de biogás en RSM en México, D.F. y Nuevo Laredo, Tamps.^{6,7}

Sitio	Producción promedio anual de biogás m ³ /año
Santa Fe	19'999,999
Santa Catarina	6'573,149
Bordo Poniente	5'651,659
Prados de la Montaña	4'562,499
Santa Cruz	44'712,499
San Lorenzo Tezonco	729,999
Tlalpan	94,599
Tlahuac	59,999
Nuevo Laredo, Tamps.	225,856

Estrategias de manejo de RSM para el control de emisiones de GEI

La cuantificación actual de carbono en árboles y en rellenos sanitarios ha sido la línea de referencia para medir la disminución de carbono y su contribución en las emisiones de GEI. En la tabla 2 se comparan las cantidades de GEI que disminuyen y se emiten por cada estrategia de manejo de once materiales estudiados.

Riesgos para la salud por las emisiones de biogás de los RSM

Uno de los aspectos ambientales que más ha llamado la atención recientemente es el riesgo potencial para la salud humana, producido por los rellenos sanitarios que contienen desechos sólidos no peligrosos. Algunos estudios han mostrado que las condiciones de RSM pueden ocasionar daños significativos, como resultado de la exposición al biogás. Efectivamente, los riesgos potenciales debidos a la exposición pueden ser mucho mayores que los resultantes de la ingestión de lixiviados diluidos (los lixiviados son líquidos que se generan por la liberación del exceso de agua de los residuos sólidos, por la incorporación de agua superficial y subterránea y principalmente por el paso de agua pluvial a través de los estratos de residuos sólidos que se encuentran en fase de descomposición) o a la potencial explosión del gas metano que se escapa.

La dificultad para lograr la identificación del riesgo producido por el biogás se debe a que los rellenos se consideran como estructuras dinámicas, que están evolucionando constantemente a través de una serie de etapas de estabilización, pues las tasas de emisión de gas y sus componentes químicos cambian en cuanto el relleno envejece. Otros aspectos, tales como las variedades específicas de los desechos recibidos por el relleno, tipos de cubierta, etc., pueden complicar el proceso estimativo de las emisiones. Además otra dificultad para la identificación del riesgo producido por las emisiones de biogás está relacionada con el sistema de captación construido en los

sitios de disposición final. Por ejemplo, los rellenos inactivos con sistemas de flameo pueden recolectar aproximadamente entre el 80% y el 90% del biogás, dejando escapar el restante como emisiones fugitivas. Los rellenos activos equipados con sistemas de recolección “estado del aire a nivel mundial”, son capaces de recolectar del 40% al 70% de biogás.

Otros estudios han detectado una amplia variedad de hidrocarburos, muchos de ellos clasificados como cancerígenos y no cancerígenos. Los componentes potencialmente cancerígenos identificados en el biogás son benceno; tetracloruro de carbono; cloroformo; dicloroetano 1,2; dicloroetano 1,1; dibromuro de etileno; cloruro de metileno; tetracloroetano 1,1,2,2; tricloroetano 1,1,2; tricloroetano; cloruro de vinilo, y los componentes no cancerígenos son brometano; clorobenceno; dicloroetano

1,1; metil etil acetona; tolueno y xilenos.¹ Como resultado de lo anterior, la caracterización de las sustancias químicas en el biogás ha adquirido gran importancia y con el propósito de establecer un banco de datos existen estudios en proceso de muestreos, efectuados en 356 rellenos sanitarios localizados en el Estado de California.^{1,7}

Convenciones y marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático

En el marco del Protocolo de Kioto existe un acuerdo que sólo ha sido ratificado por ocho naciones de las 84 firmantes y que obliga a los países desarrollados a reducir las emisiones de GEI –tales CO₂ y CH₄–, en un 7% para el año 2010. En diciembre de 1997 negociaron y firmaron la convención varios países, y actualmente

Tabla 2
Emisiones de GEI desde la reducción en la fuente y opciones de manejo de RSM, considerando la producción inicial de la mezcla de entradas vírgenes y recicladas (mtce/ton)^a

Material	Estrategia de manejo de residuos sólidos municipales				
	Reducción en la fuente	Emisiones por reciclaje**	Emisiones por composteo***	Emisiones por combustión**	Emisiones en el relleno
Papel periódico	-0.48	-0.37	NA	0.40	0.28
Papel de oficina	-0.53	-0.29	NA	0.46	1.09
Cartón corrugado	-0.44	-0.30	NA	0.32	0.44
Latas de aluminio	0.00	-1.01	NA	2.97	2.97
Latas de acero	0.00	0.30	NA	0.47	0.88
Plástico HDPE	0.00	0.34	NA	1.22	0.73
Plástico LDPE	0.00	0.36	NA	1.38	0.88
Plástico PET	0.00	0.35	NA	1.38	0.99
Residuos alimenticios	NA	NA	0.00	-0.01	0.09
Residuos de jardinería	NA	NA	0.00	-0.02	0.07
RSM mezclados	NA	NA	NA	0.04	0.00

NA: No aplicable.

* (mtce/ton)^a: toneladas métricas de carbono equivalente por tonelada corta de material. Las toneladas de material están manejadas como peso húmedo.

** Incluye emisiones de la producción inicial de material manejado, excepto para residuos alimenticios, residuos de jardinería y RSM mezclados.

*** Hay incertidumbres considerables en el análisis para estimar las emisiones de GEI del composteo. Los valores de cero son creíbles debido a las consideraciones y limitaciones del análisis.

más de 125 la han ratificado en virtud de que por la misma se encuentran jurídicamente vinculados. Dicha Convención intenta alcanzar el objetivo fundamental de estabilizar las concentraciones de los GEI en la atmósfera a un nivel “que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”. Asimismo, como parte del Protocolo, estos mismos países están obligados a presentar anualmente el volumen total de emisiones de tales gases, incluyendo la estimación del metano producido por la basura dispuesta en los rellenos sanitarios y las acciones que se llevan a cabo para mitigarlas.

Acciones para mitigar las emisiones de GEI

Se están realizando diversos esfuerzos para contrarrestar el cambio climático, y entre ellos están los siguientes:

- La Organización de las Naciones Unidas promovió la firma de un Convenio Marco sobre Cambio Climático, que establece como “objetivo final” estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera a niveles que impidan interferencias antropógenas peligrosas.
- El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, por intermedio de su oficina regional para América Latina y el Caribe, cuenta con un programa que promueve la realización de estudios nacionales sobre el cambio climático.
- Existen algunas iniciativas subregionales, como por ejemplo el Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático, que tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad de la región centroamericana respecto a un potencial cambio climático.
- En nuestro país, en un estudio desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, se estimó que de nueve tecnologías de eficiencia energética y fuentes renovables de energía, siete son económicamente factibles y permitirían reducir hasta 30 millones de toneladas de CO₂ en el año 2010.⁸

Estrategias para disminuir los GEI por RSM

Según la tabla 2 se concluye que la reducción de la fuente y el reciclaje ayuda a disminuir en mayor cantidad las emisiones de GEI que otras estrategias, y en este sentido el composteo sólo es una opción de manejo para residuos alimenticios y de jardinería. La combustión presenta menores emisiones de GEI que los rellenos con papel de oficina, cartón corrugado y latas de acero, debido a que los dos primeros materiales generan una importante cantidad de metano cuando son dispuestos en rellenos, y en tanto que el acero es recuperado para reciclaje en la mayoría de los incineradores de RSM. El relleno sanitario genera menos GEI que la combustión de plásticos y papel periódico, pues la quema de materiales plásticos provoca importantes emisiones de CO₂, y la red de emisiones de GEI de la combustión y de rellenos sanitarios es similar para las latas de aluminio. Las diferentes opciones de manejo de RSM proveen de oportunidades para disminuir las emisiones de dióxido de carbono y metano, directa o indirectamente.

Desde el punto de vista de su capacidad calorífica, el biogás tiene un nivel medio de Unidad Térmica Británica (BTU) de 126 calorías, y con una mínima limpieza puede ser usado directamente en calentadores para producir vapor de uso industrial. Esta aplicación reduce la dependencia de combustibles de petróleo, que es el estándar de los calentadores. Su uso directo no requiere de inversiones costosas y es probablemente la aplicación más utilizada en la relación costo-efectividad.

El aprovechamiento del biogás como fuente de combustible permite transformar un contaminante potencial en un producto útil, reduce los costos de control ambiental y crea ingresos adicionales. Las concentraciones de metano en la atmósfera se ajustan a los cambios en las emisiones antropógenas en un periodo de 9 a 15 años. Así, de manera hipotética, al aprovechar el biogás para la generación de electricidad, se estará desplazando y ahorrando hidrocarburos y evitando emisiones a la atmósfera del orden de seis millones de barriles de petróleo y 11.5 millones de toneladas de CO₂ anualmente. ●

Glosario

Antropogénico. Cualquier efecto que se origina a causa de las actividades desarrolladas por el hombre (Rodríguez *et al.*, 1990).

Bacteria metanogénica. Bacterias capaces de generar metano, de las cuales se conocen 22 especies (Trejo, 1997)

Condiciones termofílicas. Condiciones cálidas de 45 a 55 °C. (Trejo, 1997).

Buffer. Solución que se emplea como amortiguador, y disminuye cualquier efecto que se pueda presentar por subir o bajar el pH o la acidez. (Tebbutt, 1994).

Lixiviados. Líquidos que se generan por la liberación del exceso de agua de los residuos sólidos, por la incorporación de agua superficial y subterránea y,

principalmente, por el paso del agua pluvial a través de los estratos de residuos sólidos que se encuentran en fase de descomposición. Los lixiviados arrastran a su paso material disuelto, en suspensión, fijos o volátiles, que provocan que dichos lixiviados tengan elevadas cargas orgánicas, metales pesados, ácidos, sales y microorganismos, convirtiéndolos en un contaminante altamente agresivo al ambiente y con un potencial contaminante mayor que muchos desechos industriales (Bachi, 1990)

BTU. Se define como Unidad Térmica Británica, equivalente a calorías (La Grega *et al.*, 1994)

Referencias

- 1 Admín. "Toxis Gases Emitted From Landfills", publicación electrónica, Environmental Research Fundation, P.O. Box 5036, Annapolis, MD. 21403, 1993.
- 2 Arvizu, F.J.L. "Energía a partir de la basura", publicación electrónica, *Boletín IIE*, noviembre/diciembre, 1997.
- 3 Garden, N., Manley, B.J.W., y J.M. Pearson. "Gas Emissions from Landfills and their Contributions to Global Warming", *Applied Energy* 44, pp. 1993, 165-174.
- 4 Matsufuji, Y.; M. Hanashima; S. Nagano, and A. Tanaka, "Generation of Greenhouse Effect Gases from Different Landfill Types", in Arnoul, M. T., Furuichi and H. Koide, edit. "Management of Hazardous and Radioactive Waste Disposal Sites", *Engineering Geology*, 34, 1993, pp. 181-187.
- 5 Minami, K. "Emission of Biogenic Gas Compounds from soil Ecosystem and Their Effects on Global", *J. Si. Soil Mature, Jpn*, 62, (4), 1991, pp. 445-450.
- 6 Orta, L. M., V. N. Rojas, e I. Monje. "Manejo de lixiviados y biogás procedentes de rellenos sanitarios en México, *Revista de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, año 10, núm. 42, mayo-junio, 1999.
- 7 Proyectos Lumínicos y Representaciones S.A. de C.V. "Estudio de aprovechamiento del biogás generado en los sitios de disposición final del Distrito Federal", proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección Técnica de Desechos Sólidos, 1992.
- 8 Sheinbaum, C. P. *Apoyo al Plan Nacional de Acción Climática*, Informe del Instituto de Ingeniería a la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos, Proyecto 6133, 1997.
- 9 Yasuda, K. "Emission of CO₂ and Methane Through Waste Disposal", *J. Jpn Waste Managem. Assoc.*, 43, 175, 1990, pp. 145-150.

Bibliografía

La Grega, D. M.; L. P. Buckingham, y Evans C. Jeffrey, *Hazardous Waste Management*, McGraw-Hill, 1146 pp.

Rodríguez, M. D.; P. Del Castillo, y A. C. Garduño. *Glosario de términos en salud ambiental*, 1990, Centro Panamericano de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 73 pp.

Tebbutt, T. H. *Fundamentos de control de la calidad del agua*, Limusa, 239 pp.

Trejo, V. R. *Procesamiento de la basura urbana*, ed. Trillas, pp. 23-52.

SEC Home Page

http://www.sec.noaa.gov

The Official Source of Space Weather Alerts, Warnings, and Forecasts

SPACE WEATHER BDM

ONLINE DATA

EDUCATION

CUSTOMER SERVICES

SEC PROJECTS

ABOUT

SEARCH

Home

SEC Home Page

EDUCATION

SPACE WEATHER EDUCATION CENTER

THE SPACE WEATHER CENTER

FOR KIDS

User Groups

Invitation

Real-time

Forecasting

Public Outreach

General

NEWS

Space Weather Information

Publicación electrónica en mCia

Retos y oportunidades

ANA MARÍA CETTO

En los últimos tiempos hemos presenciado una actividad impresionante para producir revistas electrónicas en todas las áreas del conocimiento, mostrándose con ello el tipo de posibilidades que ofrece este tipo de publicaciones en ciencia. En 1997 hubo una repentina explosión de ofertas de literatura periódica en línea, provenientes de editores primarios y secundarios, agentes de suscripciones y agregadores, y en estos escasos cuatro años se ha dado un proceso acelerado de concentración de miles de títulos en manos de unas pocas empresas transnacionales, para las cuales la publicación electrónica en ciencia es un gran negocio.

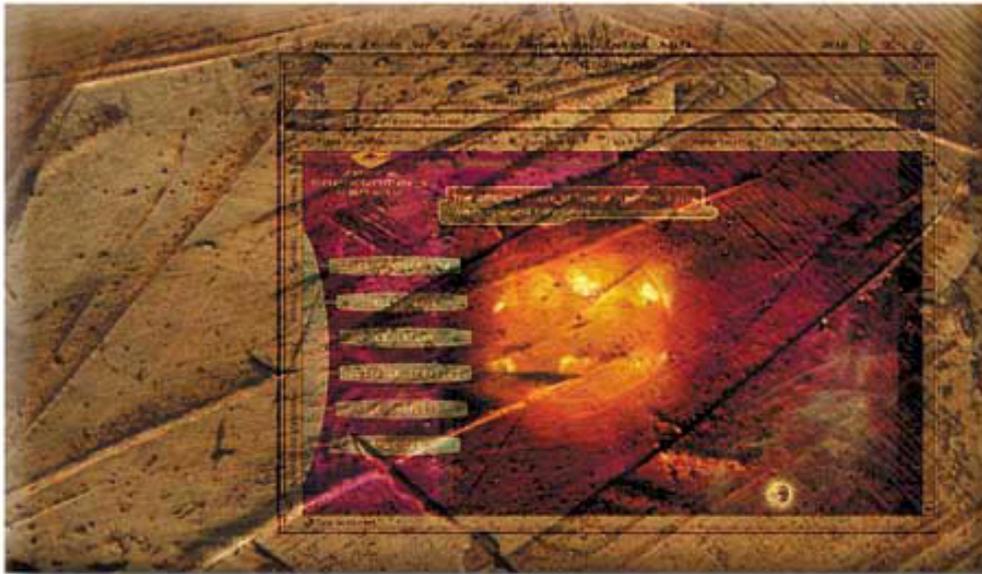
Sin embargo los vaticinios y las promesas de los entusiastas de nuevas tecnologías no parecen hacerse todos realidad. En particular, la promesa de reducción de costos para las bibliotecas está lejos de verse cumplida; por el contrario, a pesar de que siguen apareciendo año con año nuevas revistas, y no pocas (se estima que el número de títulos se ha doblado desde mediados de los años ochenta), las bibliotecas académicas de todo el mundo, inclusive las de los países ricos, han tenido que reducir el número de suscripciones, a veces drásticamente, debido al encarecimiento de las mismas. A menudo se ven obligadas a suscribirse al formato digital, al tiempo que mantienen la suscripción en papel, por aquello de que “más vale pájaro en mano...”. Pero, por otra parte, empieza a haber importantes señales de respuesta, tanto de editoriales y bibliotecas universitarias como de sociedades científicas, en ocasiones protagonizadas por destacados académicos, quienes proponen posibilidades para hacer frente a una situación que ya muchos colegas consideran inaceptable.

Las empresas privadas, como Elsevier Publishing, Springer Verlag, Thomson Scientific (ISI), DOI Foundation, etc., tienen alta capacidad de inversión, de control de mercados y de implantación de las más modernas tecnologías; pero no las traen todas consigo, pues se las tienen que ver con un sector que no comparte ni satisface plenamente sus intereses económicos, y que está demostrando capacidad para defenderse con creatividad –no hay que olvidar que fueron los científicos mismos los que dieron origen al internet. Así, existen desde sistemas locales de difusión de manuscritos entre “pares” y bibliotecas digitales especializadas, hasta consorcios de bibliotecas universitarias, sistemas de pretiros como el de Los Alamos, con cerca de 900 mil visitas semanales, enlazado ahora con el vasto conjunto de revistas en línea, publicadas por la American Physical Society –no en el nivel de páginas web sino de documentos y citas– o amplios portales para la literatura especializada, con vasos comunicantes “sin costuras” entre bases de datos y documentos, algunos de ellos de acceso gratuito como Pub Med de la National Library of Medicine (con más de 11 millones

de citas). Entre las más recientes iniciativas académicas de respuesta organizada destacan dos por su cobertura y por la amplitud de sus propuestas, ambas originadas en los Estados Unidos: Create Change (www.createchange.org), auspiciada por la Asociación de Bibliotecas Académicas y la Coalición de Recursos de Publicación Académica para promover la recuperación de las publicaciones científicas por los académicos, y Public Library of Science (www.publiclibraryofscience.org), coordinada por destacados editores científicos con el objetivo de crear una gran biblioteca pública que dé acceso libre a la literatura científica en línea.

También en algunos países en desarrollo la publicación electrónica está cobrando vuelo y, aunque con un poquito de retraso, se crean de manera aislada revistas electrónicas (en su mayoría versiones electrónicas de las revistas en papel) en la India, China y otros países del lejano oriente, así como en algunos países de América Latina, sobre todo en Brasil, Cuba, México y Chile. Surgen también importantes iniciativas de cooperación regional para la publicación de revistas en texto completo, como SciELO (www.scielo.org), modelo originalmente brasileño de biblioteca de revistas electrónicas en ciencia, al que se están sumando otros países, o para la recopilación de información más amplia sobre los títulos que se publican en la región, con posibilidad de enlace a los títulos mismos, como Latindex (www.latindex.unam.mx). Este último es un sistema cooperativo iberoamericano que, al contar ya con una base de datos sobre 10 mil títulos de revistas de interés académico en todas las disciplinas, proporciona por vez primera una idea relativamente completa de la producción editorial de esta vasta zona, a la vez que abre el acceso a ella y le da difusión.

La comunicación y la publicación electrónicas están modificando algunos hábitos tradicionales de los científicos, al ofrecer mecanismos más ágiles y directos de intercambio de grandes volúmenes de datos, manejo y distribución de manuscritos, herramientas de video y audio que complementan los textos, etc. Y eso que apenas estamos viendo el inicio. Pero también han surgido grandes interrogantes, para las cuales aún no hay respuestas



claras, como se puso de manifiesto en la Segunda Conferencia sobre Publicación Electrónica en Ciencia, organizada por la UNESCO y el ICSU (Consejo Internacional para la Ciencia) en febrero pasado, justamente a cinco años de la Primera Conferencia.

Si bien, la distancia recorrida por la publicación electrónica en ciencia en este reciente quinquenio es impresionante, no sabemos aun hoy, por ejemplo, quién va a archivar toda la enormidad de artículos que se publican actualmente en ciencia, estimados entre dos y tres millones de ellos al año, pero nadie puede decir a ciencia cierta cuántos se publican, y menos aún cuántos de ellos son leídos. Tampoco queda claro cómo organizarlos de manera que sean accesibles y recuperables a futuro—no sólo los textos mismos, sino también todos los ropajes y accesorios con que están siendo revestidos por la informática moderna. Las empresas comerciales se lavan las manos, los bibliotecarios no cuentan con los recursos necesarios y las editoriales académicas menos aún.

Por otra parte, la muy desigual distribución mundial de accesos al Internet, los elevados costos de la comunicación en línea y los altos precios de las revistas científicas han traído como consecuencia una concentración del uso de estos recursos en los países ricos, pues salvo excepciones, aquellos que estaban más alejados de las revistas en papel lo están aún más de las electrónicas. Son particularmente los investigadores de los principales centros de la periferia quienes se están beneficiando ya de la comunicación electrónica, al permitirles pasar a formar parte de las redes internacionales de ciencia. Claro, normalmente en inglés.

Teledesic Corp., fundada por Bill Gates, anunció re-

cientemente: “En el Día Uno de servicio (programado para el 2004) Teledesic ofrecerá conectividad de banda ancha para empresas, escuelas e individuos en todo el planeta. Acelerará la difusión mundial del conocimiento y facilitará mejoras en la educación, la atención a la salud, y otros aspectos globales de importancia crucial.” Actualmente, a tres años del prometido Día Uno, más del 90% de los servidores opera desde países del Norte, y el 80% desde países de habla inglesa. ¿Cuál es el conocimiento que se difundirá? ¿En qué idiomas? ¿Quién decide cuáles son los aspectos cruciales en el ámbito global?

De todas las publicaciones científicas del mundo, América Latina produce cerca del 2%, superando sólo al África subsahariana, que contribuye (incluyendo Sudáfrica) con un escaso 0.7%. Cabe, entonces, voltear hacia nosotros mismos y preguntarnos ¿qué conocimiento científico vamos a ofrecer en línea, en qué idiomas y para quiénes? ¿Lograremos hacer más visible nuestra ciencia, mediante el buen uso de las nuevas tecnologías? Estas son preguntas cuyas respuestas es necesario contribuir a aclarar desde luego, antes de que una vez más nos sean dadas desde afuera. Estamos en buen momento para ello. Una de las conclusiones más importantes de la Conferencia de París fue la de reconocer la necesidad de mantener abiertas todas las posibilidades para la experimentación y la competencia entre las diversas iniciativas que están surgiendo en esta temprana etapa de la publicación electrónica, relacionadas con los medios destinados a distribuir la información, las reglas para su acceso, las formas de arbitraje, los modelos de financiamiento, los derechos de autor, los modelos de cooperación y muchos otros aspectos pertinentes. No todas las cartas están echadas aún. 🌐

Los últimos 30 años del siglo

Una mutación científico cultural

MIREIA ARTÍS Y ALICIA LARA



En un artículo anterior, publicado en el número 155 de *Ciencia y Desarrollo* (“El avasallador avance científico de la posguerra”), intentamos dar un repaso precipitado al espectacular progreso científico durante los 25 años que siguieron a la segunda Guerra Mundial. Mencionamos que la aplicación de los resultados de ese progreso invadió de ciencia, por primera vez en la historia, todos los aspectos de nuestra vida: la economía, la política, el arte, la cultura, nuestro quehacer cotidiano, nuestra intimidad. De 1945 a 1970 el mundo vivió una época de expansión económica que se tradujo en el aumento del consumo, en el surgimiento del tiempo libre y en un apoyo casi incondicional de algunos gobiernos a la investigación científica.



El final de los años sesenta estuvo marcado por un espectacular e histórico acontecimiento: la llegada del ser humano a la Luna. La importancia de esta realización que se llevó a cabo el 20 de junio de 1969 podría hacer pensar que pasarían muchos años sin que sucediera algo de tanta magnitud. Sin embargo, los primeros años de la década de los setenta marcarían el inicio de una nueva era, la de la microinformática. En este artículo trataremos de dar un vistazo a la mutación que ese hecho, y otros igualmente derivados de la investigación científica, han provocado en el ámbito económico, político, biológico y cultural.

La revolución tecnológica de la información

En efecto, sólo dos años después de que el hombre pisara la Luna, la empresa Intel, de California, fabricaba el primer *chip* o microprocesador, que sustituiría a las computadoras que pesaban 30 toneladas y ocupaban 130 metros cuadrados—inventadas en los años 40—por una pequeña pastilla de silicio de un centímetro de lado que, además del inmenso ahorro de espacio y de peso, hacía los cálculos con mayor rapidez y gastaba un mínimo de energía. Era el principio de la era informática, una revolución técnico-social que, por su avasallador y acelerado avance, no nos permite ser plenamente conscientes de sus alcances a muy corto plazo: alcances científicos, alcances culturales, alcances políticos...

La competencia entre empresas provocó que en el año de 1975 se pusieran a la venta las primeras computadoras personales y, en 25 años estos aparatos se han vuelto indispensables para realizar, organizar o controlar casi cualquier actividad. Claro está, las diferentes disciplinas científicas han aprovechado las posibilidades inmensas de estos (siempre exentos de culpa) ejecutores de las más complicadas y de las más sencillas, de las más creativas y de las más perversas actividades cerebrales. Hoy, las computadoras, grandes o chicas, además de ser reguladoras absolutas de toda la actividad financiera (la bolsa, las transacciones internacionales y el dinero personal transformado en tarjetas de plástico), controlan los semáforos, el consumo del agua y del gas, el teléfono, las

comunicaciones, las identificaciones personales, los archivos policíacos... Es la "tecnología informática", expresión que se emplea para describir el proceso de recopilar, almacenar, procesar y transmitir información, y se aplica a las tecnologías relacionadas con la electrónica, los sistemas de cómputo y las telecomunicaciones. El uso de los rayos láser y las fibras ópticas a las tecnologías de la información y la comunicación ha incrementado todavía más la posibilidad de transmitir la información de manera instantánea a cualquier lugar del planeta. Las fibras ópticas también se han aplicado a las comunicaciones telefónicas. La primera línea por fibra óptica fue instalada en 1976. Durante los años de 1980 y 1990, la fabricación de objetos relacionados con la llamada "revolución tecnológica de la información" se ha vuelto fundamental para mantener el crecimiento económico de los países desarrollados. En 1986 se descubrieron nuevos materiales superconductores que no eran metales, esto es, los óxidos cerámicos, que vuelven los procesos informáticos más baratos y una de cuyas aplicaciones son las computadoras de alta velocidad.

Hoy, el país que va a la cabeza de la tecnología informática es Japón. Parte importante de su actividad económica se centra en el proyecto llamado "la quinta generación de computadoras", iniciado en los años ochenta. Se trata de un programa de investigación y desarrollo de "sistemas de procesamiento de información y conocimiento", cuyo objetivo es llegar a construir computadoras que tengan capacidad de razonar y puedan comunicarse con el usuario en lenguaje natural.

Gracias a los desarrollos tecnológicos, el costo de fabricación de los aparatos informáticos disminuyó vertiginosamente durante los años ochenta y noventa, lo cual ha permitido que se utilicen ampliamente. Esta expansión ha afectado de manera profunda muchos aspectos de nuestras acciones más cotidianas, ha alterado la manera de trabajar, de comprar, de gozar del tiempo libre, e incluso la manera de gastar el dinero ha cambiado. Las tarjetas plásticas han reducido la necesidad de los billetes de banco y la "computarización" del dinero ha transformado los negocios en el plano internacional.



La tecnología de la información también ha inundado los hogares de los países desarrollados y de la reducida población privilegiada de los países del Tercer Mundo; en efecto, los *microchips* forman parte de numerosos bienes de consumo, y las computadoras personales se han vuelto una necesidad no sólo en las fábricas y en la administración sino también en muchos hogares. Además, ha sido necesario crear un número importante de nuevas profesiones relacionadas con esta manera reciente de manipular y procesar la información.

Las fábricas han reestructurado la administración y el proceso de producción. Las empresas son capaces de responder mucho más rápidamente a las variaciones de la demanda, pues si con anterioridad su producción constaba de gran cantidad de objetos estándar, hoy pueden ofrecer un flexible abanico de productos distintos. El desarrollo de las telecomunicaciones y la tecnología de los satélites han hecho desaparecer las distancias, y las compañías transnacionales han aprovechado este progreso para aumentar el proceso de producción y de comercialización de manera global.

En 25 años, las computadoras han pasado de ser instrumentos de cálculo y procesadores de texto a servir como instrumentos de pensamiento. Las más modernas permiten el estudio de fenómenos muy complejos, imposibles de analizar hace apenas unos pocos años. Así, muchos experimentos, por ejemplo en la investigación química, ya no se hacen en el laboratorio sino en la computadora, y la predicción, mediante el cálculo, de la estructura electrónica de cualquier molécula por pequeña que sea está hoy al alcance del investigador. Quizás algún día se podrá "calcular" el resultado de cualquier reacción química sin necesidad de llevarla a cabo en el laboratorio. Varios fenómenos físicos también se estudian de manera puramente numérica en la computadora y los resultados pueden transformarse en imágenes; esta "experimentación numérica" permite, por ejemplo, observar la formación de una galaxia.

En astronomía, a finales de 1995, investigadores suizos y americanos encontraron por primera vez tres planetas fuera del sistema solar, dos de los cuales tienen po-



Profesor e investigador en física teórica, Stephen Hawking (n. Oxford, 1942) es autor de best-sellers que tratan temas teóricamente tan poco atractivos para el gran público como la cosmología y las matemáticas.

siblemente agua, una condición necesaria, aunque no suficiente, para que se pueda desarrollar la vida. Estos descubrimientos inauguran una nueva era espacial, y tienen que ver con una rama inquietante de la cosmología, la búsqueda de inteligencia extraterrestre. Si creemos en los cálculos estadísticos podría ser que en nuestra galaxia hubiera una civilización por cada 10 millones de estrellas, y teóricamente, desde los radiotelescopios aislados de California y de Australia, podrían escucharse posibles señales codificadas por seres inteligentes. Pero, por el momento, lo único que se ha conseguido es encontrar la nave espacial Pioneer 10, que se creía perdida en la inmensidad del espacio sideral. La sensibilidad de las computadoras que registran y clasifican estas señales se ha aumentado, en la actualidad, mil millones de veces, y en unos cuantos decenios los cosmólogos esperan recibir alguna señal inteligente.

Civilizaciones extraterrestres

Disponemos de los medios para comunicarnos... en un espacio que contenga centenares de miles de millones de estrellas. La hipótesis de que existen civilizaciones muy avanzadas en otros planetas se está poniendo a prueba. Ha dejado de ser especulación y se encuentra en el terreno de la experimentación.

Carl Sagan, *La conexión cósmica*, Barcelona, 1985, Orbis, p. 194

Inmunología, biología molecular, ingeniería genética y ecología

Veamos que ha pasado en estos últimos 30 años en el seno de otra disciplina científica que nos afecta íntimamente, la biología. En los años setenta, la inmunología continuó avanzando y en 1975 se pudieron producir anticuerpos monoclonales, es decir, absolutamente idénticos entre ellos, que se han vuelto una herramienta fundamental en la investigación biológica y en la investigación y diagnóstico médicos. Recordemos aquí, porque tiene relación con la inmunología, que en el año de 1979 se declaró erradicada la viruela, después de una campaña de vacunación masiva iniciada en 1967. En botánica, los investigadores obtenían especies vegetales fértiles por fusión de células, sin que intervinieran los procesos de reproducción sexual y en 1973, aquello que había sido dominio de la ciencia ficción, el procedimiento para combinar genes de una especie biológica con genes de otra especie se volvió una práctica de laboratorio que atrajo las principales inversiones en agricultura y medicina; nació así la ingeniería genética.

La transformación genética de animales y plantas se logró plenamente en los años ochenta. Comenzaron entonces las discusiones, fuera y dentro de la comunidad científica, sobre la necesidad de poner o no límites prácticos y morales a la investigación, porque volvía a presentarse la evidencia de que el quehacer de los científicos, incluso el más alejado de fines prácticos, no puede sepa-

rarse de sus consecuencias sociales. Si bien era cierto que la humanidad se había salvado de una guerra atómica globalizada, en los años setenta se dio cuenta de que el crecimiento científico-económico origina subproductos de los cuales nadie puede escapar; en 1974, por ejemplo, dos químicos anunciaban (en un artículo publicado en la revista *Nature*) que los compuestos fluoroclorocarbonados, empleados como refrigerantes y para hacer funcionar los pulverizadores (o aerosoles), destruyen la capa de ozono de la atmósfera, hecho que tiene graves consecuencias para la salud de los seres vivos. Uno de estos dos químicos era el doctor Mario Molina, ex alumno de la Universidad Nacional Autónoma de México, hoy investigador del Massachusetts Institute of Technology, quien recibió el premio Nobel de Química 1995, junto con Sherwood Rowland y Paul Crutzen, precisamente por estos trabajos de química atmosférica.

Así, en la segunda mitad del siglo XX el hombre se ha visto obligado a reconocer que la actividad humana afecta las condiciones globales del ambiente del planeta y que la Tierra no es una fuente inagotable de energía ni un basurero inmenso capaz de almacenar todos los residuos. La desintegración de la capa de ozono, protectora de la vida que bajo ella se desarrolla, es sólo un ejemplo de las repercusiones nocivas de la actividad humana, observadas a escala planetaria, a lo cual podríamos añadir el calentamiento de la superficie terrestre y la contaminación del suelo, de los ríos, de los lagos, del mar y del aire, además de la desaparición de múltiples especies de organismos. Muchos de estos efectos son causados por la aplicación de conocimientos surgidos de la actividad científica.

En relación, particularmente, con el material hereditario de la humanidad, se inició en 1988 un programa internacional llamado Proyecto del Genoma Humano, que se espera concluya en el año 2005, y cuyo costo se ha calculado en tres mil millones de dólares. El objetivo de este programa de investigación es indicar las posiciones de todos los genes humanos dentro de sus respectivos cromosomas, mapa genético que permitirá saber de manera más profunda cómo se desarrolla y cómo funciona nuestro cuerpo, hará más preciso el diagnóstico de las

enfermedades hereditarias y facilitará su curación. Pero también es cierto que la información detallada de las características hereditarias de una persona y la posibilidad de su manipulación en el laboratorio plantea graves cuestiones éticas y políticas. Antes, incluso, de que este proyecto fuera concluido, los biólogos ya habían puesto a punto las técnicas para la obtención de clones humanos –personas con idénticas características físicas–, y sólo aquel que no conozca o no entienda la noticia puede no sentirse preocupado por las consecuencias morales, políticas, psicológicas y emotivas que ello representa.¹

A principios de 1997 se anunció la producción de ovejas monoclonales. Así la reciente situación ante la cual nos encontramos, cuando la cultura ha conseguido modificar los genes, no puede dejarnos indiferentes. ¿Qué posición ideológica decidirá el abasto y la dirección de la genética?

Otra rama de la biología cuyos progresos recientes tienen igualmente implicaciones éticas es la ecología (el estudio de las relaciones de los seres vivos entre sí y con el ambiente que los rodea, y de las reglas generales que rigen la dinámica y la evolución de las comunidades). Seguramente por eso, además de ser una disciplina científica, el pensamiento ecológico ha dado origen a movimientos de naturaleza social que maduraron durante los años ochenta y noventa. En síntesis, los movimientos ecologistas demandan que tanto los gobiernos como la población tengan una actitud consciente de respeto, de solidaridad y de tolerancia frente a la naturaleza y frente al prójimo.

El impacto público de la ciencia

A la invasión sutil de la ciencia en todos los rincones de nuestra cotidianidad y a la crisis económica internacional de los dos últimos decenios se ha añadido una crisis ideológica grave, cuyo punto culminante fue la desintegración del mundo socialista. Esta crisis ideológica provoca una actitud escéptica sobre la posibilidad de comprender la realidad por métodos racionales (que es precisamente lo que reivindica la actitud científica), surgida de la vivencia de un mundo constan-



temente contradictorio, “transformado por la ciencia y la técnica, llenas de ideología de progreso que, sin embargo, no sabe a dónde va”. Esta actitud que todo lo pone en duda se ha vuelto una tendencia en las artes y una corriente de pensamiento que se bautizaron durante los ochenta con el nombre de posmodernidad, y así han surgido incluso filósofos, historiadores y antropólogos que se autodenominan posmodernos.

Y es que el consumismo, el llamado estado de bienestar y el trabajo para todos parece que están desapareciendo porque la demanda de trabajo es muy superior a la oferta. Quizás una de las causas de esta circunstancia haya sido la mecanización y robotización del sector industrial. Pero el sentimiento de incertidumbre que provocan estas crisis hace que cada vez se generalice más, por lo menos en los países desarrollados, una posición popular contraria a la ciencia, pues se percibe que sus progresos no ayudan a resolver las necesidades básicas de una población creciente: la repartición de la riqueza, un trabajo seguro, comida y salud para todos, relaciones humanas tolerantes y respetuosas. Sin embargo, aunque parezca paradójico, para gran parte de la población de los países avanzados y una pequeña élite de los países del Tercer Mundo, la ciencia y la tecnología han pasado a ocupar un lugar muy destacado en sus intereses, como lo demuestran el éxito de las revistas de divulgación cien-

tífica o de los documentales de televisión, y el reconocimiento público alcanzado por los más destacados personajes de la comunidad científica, algunos de ellos grandes divulgadores, como Carl Sagan o Stephen Hawking.²

Muchos ciudadanos se mantienen alerta ante todas las innovaciones tecnológicas y se interesan sobre todo en la medicina, a la cual exigen progresos más acelerados en lo referente, por ejemplo, a la cura del cáncer o al trasplante de órganos. Se dan cuenta de que la aparición de un nuevo y potente instrumental basado en la microinformática y en la fibra óptica (ecografía, resonancia magnética nuclear, rayos láser, escáner) ha multiplicado las posibilidades de diagnóstico, tratamiento e intervención.

El ciudadano común informado no tiene más remedio, ante la ubicuidad y la supremacía de la ciencia, que asumir una actitud contradictoria; por un lado desconfía de la empresa científica, de su racionalidad y de sus resultados, y por otro, le exige que resuelva sus problemas inmediatos. Así, en este principio de siglo percibe que, al lado de las ventajas y las comodidades ofrecidas por el progreso a una parte reducida de la población mundial, el vertiginoso ritmo de las innovaciones tecnológicas tiene, en el ámbito global, unas consecuencias prácticas y morales poco deseables. Y ante esa situación, el ciudadano común se siente impotente porque, con la excusa de que no entiende de esas cosas, ni los políticos ni los científicos le permiten participar en las decisiones que lo afectan inmediata y directamente. Se siente, además, desorientado porque, con el final de los enfrentamientos ideológicos, el individuo "posmoderno" pierde la capacidad de hacerse una idea del futuro. Dice Eric Hobsbawm, respetado y veterano historiador contemporáneo, que en un inesperado abrir y cerrar de ojos "el gran enemigo capitalista se ha quedado sin adversario y, en consecuencia, su desorientación es manifiesta". La desorientación nos ha alcanzado a todos, hombres de la calle, políticos y científicos; sin embargo, numerosos sectores de la población, no se conforman con la pasividad y piden que se les deje participar, y participan, pero para hacerlo necesitan información.

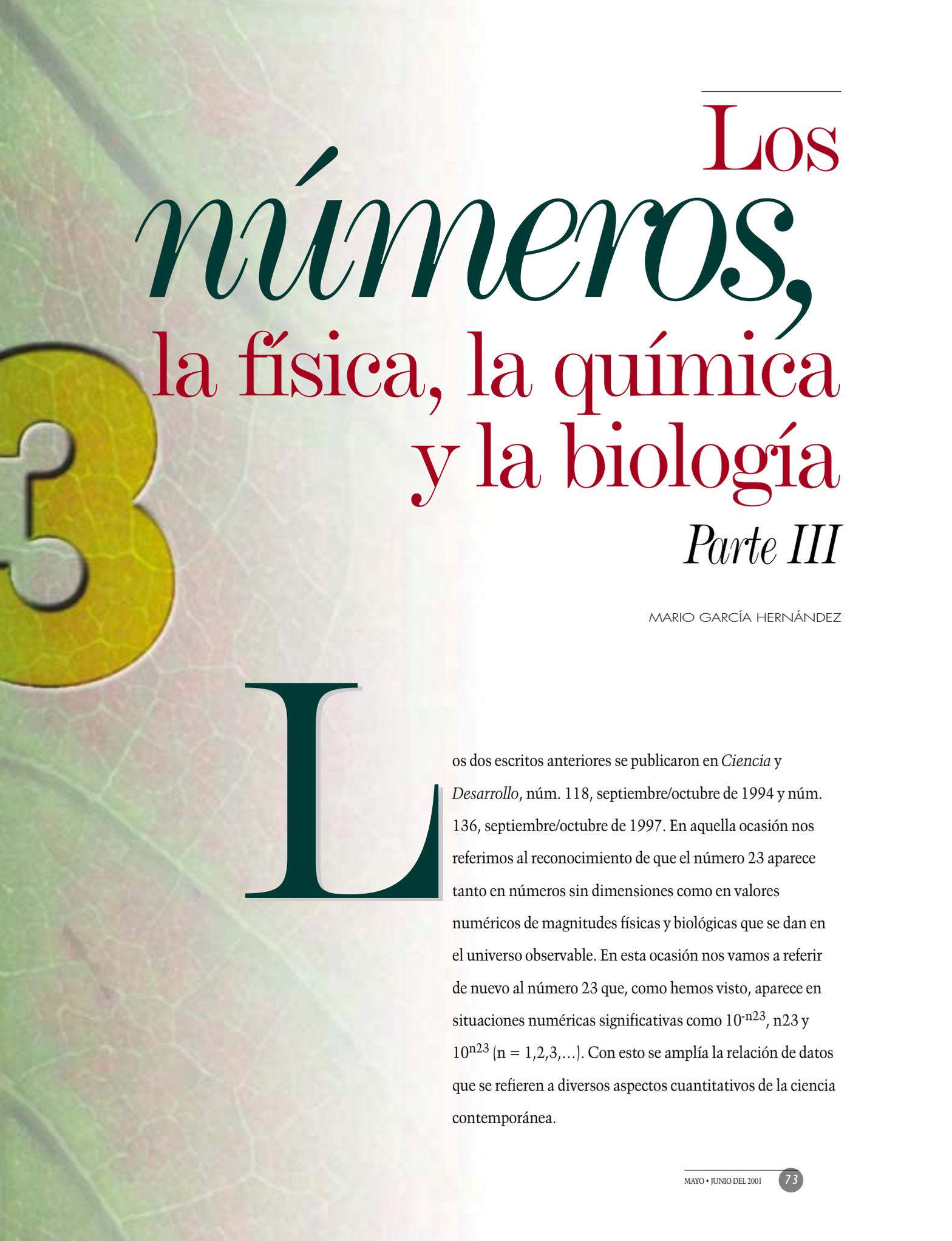
Por lo anterior la divulgación científica se ha vuelto un reto. Explicar de manera sencilla a los lectores de periódicos, a los espectadores de televisión o a los usuarios de CD-ROM los conceptos y las aplicaciones de la ciencia, es una labor nada fácil que se está volviendo, también, una nueva profesión. El papel que la revolución tecnológica de la información tiene en esta responsabilidad es decisiva, porque facilita enormemente divulgar los conocimientos y, lo que es más importante y se ha vuelto una realidad en estos últimos diez años, la participación activa de aquel que recibe la información. La amalgama de las telecomunicaciones y la informática permite que la sociedad civil obtenga, elabore y difunda información de manera instantánea a cualquier lugar del mundo. Si el teléfono permitió la comunicación entre dos personas y la televisión ha llevado a millones de personas pasivas los mensajes de unos cuantos emisores, hoy la combinación de una computadora, un módem y una línea telefónica permite a muchos comunicarse con otros muchos. La población demuestra sus deseos y su capacidad de participar en todo aquello que los políticos y los científicos le han vedado, y si hoy la ciencia lo impregna todo, y eso nos intimida porque sentimos que no tenemos acceso a ella y que, por lo tanto, no podemos intervenir en las decisiones de política científica, una divulgación apropiada puede cambiar tales condiciones. La participación ciudadana en las decisiones sería posible, y a lo mejor, políticos y científicos agradecerían que, finalmente, la responsabilidad del futuro no recayera sólo sobre sus espaldas. Parece utópico, pero todo depende del deseo que todos juntos tengamos de un cambio así. Al pesimismo de la razón es necesario contraponer el optimismo de la voluntad. 🌐

Referencias:

1. Rose, S. et al (1983). *Historia y relaciones sociales de la genética*, Barcelona, 1983, Fontalba.
2. Hawking, S. W.. *Historia del tiempo. Del "big bang" a los agujeros negros*. Barcelona, 1988, Crítica.

THE
LIBRARY

23



Los *números,* la física, la química y la biología

Parte III

MARIO GARCÍA HERNÁNDEZ

Los dos escritos anteriores se publicaron en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 118, septiembre/octubre de 1994 y núm. 136, septiembre/octubre de 1997. En aquella ocasión nos referimos al reconocimiento de que el número 23 aparece tanto en números sin dimensiones como en valores numéricos de magnitudes físicas y biológicas que se dan en el universo observable. En esta ocasión nos vamos a referir de nuevo al número 23 que, como hemos visto, aparece en situaciones numéricas significativas como 10^{-n23} , $n23$ y 10^{n23} ($n = 1, 2, 3, \dots$). Con esto se amplía la relación de datos que se refieren a diversos aspectos cuantitativos de la ciencia contemporánea.

En la física y en la química

- El valor numérico de pi (π) con 23 cifras decimales es de 3.14159 26535 89793 23846 264 ...; la suma de los 24 dígitos resulta ser 115, o sea 5×23 . Por otra parte el valor numérico de $1/\pi$ es de 0.31830 9886 ...; la suma de los 10 dígitos es 46. Curiosas coincidencias.
- Desde 1967 se definió el segundo como la unidad de medida del tiempo, considerando la línea del espectro del elemento Cesio-133, cuya frecuencia de resonancia es de 9 192 631 771 hercios (Hz). Este es un valor numérico próximo a 92×10^8 Hz [Itano y Ramsey, 1993].
- Las partículas de vida más corta, que en física se denominan resonancias, tienen una duración de 10^{-23} segundos [Penrose, 1997].
- Al hacer usos de los datos más recientes para la masa en reposo del protón (m_p) y del neutrón (m_n) de $1.672 623 1 \times 10^{-27}$ kg y de $1.674 9286 6 \times 10^{-27}$ kg, respectivamente, se obtiene que la diferencia es de $0.0023 055 \times 10^{-27}$ kg, es decir de 23.055×10^{-31} kg. Esta diferencia de masa corresponde precisamente a la diferencia de masa entre un quark *down* (cuark abajo) (\underline{d}) y un quark *up* (cuark arriba) (\underline{u}), según el modelo estándar de la física de partículas subatómicas [Cohen y Taylor, 1994].
- Al utilizar los dos dígitos que conforman el número 23, la expresión $6\pi^5$ puede anotarse como $(2 \times 3)\pi^{(2+3)}$. Ahora bien, con el valor de $\pi = 3.14159 2653$ se obtiene que $6\pi^5 = 1836.118107$. Este resultado numérico coincide con el que se ha obtenido experimentalmente para la relación de la masa del protón a la masa del electrón (m_p/m_e en reposo), que se considera como una constante física fundamental.
- La energía solar recibida diariamente en nuestro planeta, la Tierra, se ha estimado en 1.49×10^{22} julios (J). Resulta sorprendente que este valor se aproxime a 10^{23} J [Culp, 1979].
- En cristalografía se menciona el “número mágico 230” en relación con la estructura del diamante [Hargittai y Hargittai, 1994]. Estos autores nos dicen, en su es-

pléndido libro, que las operaciones simples de simetría proporcionan siete posibilidades para crear redes planas, y que para una periodicidad tridimensional hay un total de 230 posibilidades. En cristalografía, el motivo básico se denomina “célula unitaria”; ésta, para el diamante cristalino, es de 17 átomos de carbono. La repetición por las operaciones de simetría de las 230 posibilidades produce la estructura completa del cristal.

- El motor turbojet diseñado por Frank Whittle en la década 1930-1940 fue bello y extraordinariamente simple. El prototipo original fue construido con sólo dos partes: la combinación del compresor y la turbina. Sin embargo, los motores del jet se hicieron progresivamente más complicados, es decir, evolucionaron. Los motores modernos, afirma Brian Arthur (1993), investigador del famoso Instituto de Santa Fe, en Nuevo México, EE.UU., están contruidos con unas 22 mil partes y este número tiende a 23 mil, hecho sorprendente. El proceso evolutivo del jet se ha producido en el lapso de unos 50 años, incrustando el sistema original con un subsistema sobre otro subsistema, sobre otro subsistema y en un subensamble sobre otro subensamble, en una serie muy compleja de módulos y partes interconectadas.
- El número de elementos químicos naturales es de 92. La Tabla Periódica contemporánea, sin embargo, ha incorporado a los elementos transuránicos que, utilizando diversas estrategias, se han sintetizado en el transcurso de este siglo XX. A continuación proporcionamos el nombre oficial, el símbolo, el número atómico y el año de su descubrimiento: neptunio (neptunium, Np-93, 1940), plutonio (plutonium, Pu-94, 1940), americio (americium, Am-95, 1944), curio (curium, Cm-96, 1994), berkelio (berkelium, Bk-97, 1949), californio (californium, Cf-98, 1950), einstenio (einsteinium, Es-99, 1952), fermio (fermium, Fm-10, 1953), mendelevio (mendelevium, Md-101, 1955), nobelio (nobelium, No-102, 1958). Además se han sintetizado los elementos llamados transactínidos que son: laurencio (lawrencium, Lr-103, 1961),

rutherfordio (rutherfordium, Rf-104, 1969-1970), dubnio (dubnium, Db-105, 1969-1970), seaborgio (seaborgium, Sg-106, 1974), bohrio (bohrium, Bh-107, 1980), hassio (hassium, Hs-108, 1980) y meitnerio (meitnerium, Mt-109, 1980), y por último, los elementos con número atómico 110, 111, 112 (1994), que aún no han sido bautizados oficialmente, y los elementos con número atómico 113 y 114 que hay confianza en poder sintetizar en el futuro cercano. Los científicos involucrados en esta gigantesca y asombrosa tarea piensan actualmente que el elemento con número atómico 115 puede ser el límite, tal vez muy difícil de alcanzar. Obsérvese que, además de los 92 elementos químicos formados en las estrellas, estamos hablando ahora de un grupo de 23 elementos que el ser humano ha venido logrando, para completar así el conjunto de 115 elementos químicos. Los lectores interesados en este apasionante tema pueden consultar los artículos de Scerri y de Armbruster y Hessberger (1998).

En la biología

- La enzima que cataliza la síntesis de adenosina trifosfato (ATF) a partir de adenosina difosfato (ADF) y ortofosfato (F_1) se denomina F_0F_1 ATF sintasa. El complejo F_0 está formado por 14 ± 1 subunidades proteicas hidrofóbicas; la procién F_1 está estructurada por cinco diversas subunidades, según la fórmula $\alpha(3)\beta(3)\gamma\delta\epsilon$. En su totalidad este complejo proteico funciona como un motor rotatorio protón motriz. Los bioquímicos Paul D. Boyer y John Walker recibieron el Premio Nobel de Química en 1997, por sus contribuciones al mejor entendimiento de la síntesis de ATF en las células (Koolman y Röhm, 1996; Beardsley, 1998).
- El número de eritrocitos o glóbulos rojos en las sangre del ser humano resulta ser, en promedio, de 5000×10^9 células x litro⁻¹. Para un volumen sanguíneo de 4.6 litros, el número total de glóbulos rojos resulta de 23×10^{12} . Recuérdese que estas estructuras son las trans-
 portadoras de oxígeno (O_2) y de dióxido de carbono (CO_2) (Koolman y Röhm, 1996).
- La esperanza de vida en el ser humano, en promedio, se ha incrementado a medida que las condiciones económicas han mejorado. En la Roma antigua fue de 22 años; en países desarrollados, alrededor de 1900, este promedio fue de 50 años y según datos estadísticos para 1960, en los Estados Unidos se llegó a alcanzar una esperanza de vida de 75 años. Sin embargo, cuando los datos se observan gráficamente, las curvas correspondientes muestran el mismo valor máximo para el lapso de vida—este valor es de 115 años, lo cual significa que aun en el caso de que se pudiera encontrar la curación para todas y cada una de las plagas que azotan a la humanidad, nuestros cuerpos no resistirían más de 115 años (Minsky, 1994). Por supuesto que la biotecnología del futuro, en particular la nanotecnología molecular, podría modificar la frontera en la esperanza de vida del hombre (Drexler, 1989).
- Los especialistas en lingüística consideran que en nuestro planeta se pueden identificar unos cinco mil idiomas que han sido clasificados en 20 familias. Estas son: 1) lenguaje africano original desconocido; 2) nigeriana-kordofaniana; 3) Nilo-sahariana; 4) khoisana; 5) afroasiática; 6) indoeuropea; 7) dravidiana; 8) urálica; 9) sinotibetana; 10) altaica; 11) eskimoaleutiana; 12) chuchikamchatquiiana; 13) amerindia; 14) na-dene-na; 15) sinotibetana (chino); 16) austroasiática; 17) daica; 18) austronesiana; 19) indopacífica, y 20) australiana. Además se conocen cinco lenguas “huérfanas” que se resisten a la clasificación: el euskera (vasco, basque), el buruchaski, el ket y finalmente el giljaki y el nahali. Esta información permite reconocer que el número de familias lingüísticas se aproxima bastante a 23. Recuérdese que hay un estrecho paralelismo entre la genética humana y la lingüística (Cavalli-Sforza, 1991).
- La gran pirámide egipcia de Giza, nos dice la enciclopedia, fue construida en el año 2600 a.C. (hace unos 4 600 años), durante el reinado de Khufu, que se dice fue de 23 años. Además se sabe que la pirámide tiene

base cuadrada de 230.4 m de lado y 52 900 m² de área (Stewart, 1998).

- Sorpresivamente nos encontramos con *El Corán* (la lectura, la revelación), libro sagrado que según la tradición contiene las revelaciones que Dios (Alá) hizo a Mahoma (576-632 d.C.) en un lapso de 23 años (609-632 d.C.). Estas revelaciones se compilaron en lengua árabe y *El Corán* quedó conformado por 114 suras o asuras (capítulos) que son de dos clases: 1) aquéllas de La Meca, breves, místicas y que advierten de los peligros del paganismo, y 2) las suras de Medina, que son largas y tratan con detalle la ley islámica con las normas de la guerra, las leyes sociales y las sanciones religiosas. Cada uno de los capítulos contiene el texto completo de la revelación y, a su vez, están divididos en aleluyas (versículos). Las suras son a un tiempo rapsodias, poemas y mandamientos, canciones de alabanzas, promesas para los verdaderos creyentes, amenazas para quienes no aceptan el Islam, instrucciones y proclamas a medida que el místico se va convirtiendo en gobernante y administrador, con el éxito creciente de su misión (Shipp, 1950).
- Se ha dicho que en las escuelas británicas, en promedio, el tamaño de los grupos es mayor de 23 alumnos y más de la mitad de los grupos tienen dos alumnos con la misma fecha de nacimiento. Una situación parecida se da en un juego de fútbol (soccer), en el que participan 22 jugadores y un árbitro central. Es decir, que cuando 23 personas o más están en un mismo recinto resulta altamente probable que al menos dos de ellas compartan el mismo cumpleaños (Phillips, 1994; Stewart, 1998).
- El filósofo Ken Wilber (1997), en un extenso artículo sobre una teoría integral de la conciencia, se refiere a los “cuadrantes del kosmos”. El superior derecho es el cuadrante objetivo (exterior-individual, el de la conducta) y en su desarrollo contempla 11 niveles que son: átomos, moléculas, procariotes, organismos neuronales, cuerda neuronal, tallo cerebral reptiliano, sistema límbico, neocorteza (cerebro triuno), neo-

córtex complejo, EF₁ EF₂ EF₃... El cuadrante superior izquierdo es el cuadrante

EF₁ EF₂ EF₃...

subjetivo (interior-individual, intencional) y en su desarrollo presenta también 11 niveles: aprehensión, irritabilidad, sensación, percepción, impulso, emoción, símbolos, conceptos, conceptos y opiniones (mente concreta), facultad lógica, visión lógica. El cuadrante inferior izquierdo es el intersubjetivo (interior-colectivo, cultural) y contempla 12 niveles, a saber: físico, pleromático, protoplásmico, vegetativo, locomotriz, urobórico (reptiliano o basado en el tallo cerebral), tifónico (emocional-sexual o basado en el sistema límbico), arcaico, mágico, mítico, racional, centáurico (en este nivel empieza a emerger la integración de cuerpo-mente). Y por último, el cuadrante inferior derecho, que se designa interobjetivo (exterior-colectivo, social) y que también tiene 12 niveles: galaxias, planetas, sistema gaia, ecosistemas heterotróficos, sociedades con división del trabajo, grupos/familias I, grupos/familias II, tribus, tribal/poblado (*village*), estado primitivo o temprano/imperio, nación/estado, sistema planetario global. Así, la teoría integral de la conciencia que propone Wilber toma en consideración 46 niveles emergentes.

- Como ya hemos señalado anteriormente, la especie humana tiene un número haploide de 23 cromosomas en las células germinales, óvulos y espermatozoides, y un número diploide de 46 cromosomas en el resto de las células de su organismo. El dimorfismo sexual humano se da como el hombre y la mujer, y siguiendo esencialmente los lineamientos establecidos por Linneo (Carolus von Linnaeus, 1707-1778), la clasificación zoológica contemporánea del hombre es la siguiente:

Superreino...eukariotes (eucaryotes); Reino 4... animalia; subreino...eumetazoa; grado...bilateria; sub-

Referencias

- Armbruster, P., y F. P. Hessberger. "Making New Elements", *Scientific American*, septiembre, 1998.
- Arthur, B. "Why do Things become More Complex?", *Scientific American*, mayo, 1993.
- Beardsley, T.; S. Nemecek, y G. Stix. "The 1997 Nobel Prizes in Science", *Scientific American*, enero, 1998.
- Cavalli-Sforza, L.L. "Genes, Peoples and Languages", *Scientific American*, noviembre, 1991.
- Cohen, E. R., y B. N. Taylor, "The Fundamental Physical Constants", *Physics Today*, part 2, 9-13, August 1994.
- Culp, A. W. *Principles of Energy Conversion*, McGraw-Hill, 1979.
- Drexler, K. E. *Nanosystems*, John Wiley, 1992.
- García Bravo, J. (traductor). *El Corán*, Editorial Epoca, 1982.
- García Hernández, M. "Los números, la física, la química y la biología, I y II", *Ciencia y Desarrollo*, septiembre/octubre, 1994, septiembre/octubre, 1997.
- Hargittai, I., y M. Hargittai. *Symmetry. A Unifying Concept*, Bolinas, California, 1994, Shelter Publications.
- Itano, M. W., y N. F. Ramsey. "Accurate Measurement of Time", *Scientific American*, julio, 1993.
- Koolman, J., y K. H. Röhm. *Color Atlas of Biochemistry*, Stuttgart-New York, 1996, Thieme.
- King, R. C., y W. D. Standsfield. *A Dictionary of Genetics*, Oxford University Press, 1985.
- Margulis, L., y K. V. Schwartz. *Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth*, W. H. Freeman, 1982.
- Minsky, M. "Will Robots Inherit the Earth?", *Scientific American*, octubre, 1994.
- Penrose, R. *The Large, the Small and the Human Mind*, Cambridge University Press, 1997.
- Phillips, R. *Numbers: Facts, Figures and Fiction*, Cambridge University Press, 1994.
- Scerri, E. R. "The Evolution of the Periodic System", *Scientific American*, septiembre, 1998.
- Shipp, H. *Libros que han movido al mundo. Creencias que han movido al mundo*, México, 1950, General de Ediciones.
- Stewart, I. "What a Coincidence!", *Scientific American*, junio, 1998.
- Stewart, I. "Counting the Pyramid Builders", *Scientific American*, septiembre, 1998.
- Wilber, K. "An Integral Theory of Consciousness", *Journal of Consciousness Studies*, 4 (1), 1997, pp. 71-92.

grado ...deuterostomia; filum...chordata (animales con notocordio); subfilum...craniata; clase...mammalia; subclase...eutheria (animales con placenta); orden...primates; superfamilia...hominoidea; familia...*hominidae*; género...*Homo*; especie...*Homo sapiens*; subespecie...*Homo sapiens sapiens* (Margulis, 1982).

Al establecer su propia clasificación como parte de los seres vivos de la biosfera del planeta Tierra, el ser humano se asignó el nombre científico de *Homo sapiens sapiens*. A continuación se proporcionan 23 designaciones que el hombre también se ha apropiado y que en conjunto conforman un aceptable retrato de sí mismo. Veamos:

Homo (hombre) *aestheticus* (estético), *eroticus* (erótico), *ethicus* (ético), *empiricus* (empírico), *faber* (artesano), *ferus* (feroz, animal salvaje), *informaticus* (cibernético), *intelligens* (inteligente), *lupus* (lobo), *metabolicus* (metabólico), *metaphoricus* (metafórico), *metaphysicus* (metafísico), *mysticus* (místico), *mythologicus* (mitológico), *oeconomicus* (económico, economista), *poeticus* (poético), *politicus* (político), *praedatorious* (depredador), *psychotropiens* (psicotrópico), *religiosus* (religioso), *scientificus* (científico), *scriptor* (escribidor, escritor), *vocalis* (con lenguaje hablado). ●

Cáncer no es sinónimo de muerte

JOSÉ LUIS CARRILLO AGUADO

Dentro del proceso de transición epidemiológica en México, el cáncer ha llegado a ocupar la segunda causa de mortalidad entre la población, con 51 254 muertes por tumores malignos durante 1997 (11.64 por cien mil habitantes) y 87 547 casos nuevos, aun cuando hasta antes de 1940 no se ubicaba entre las diez primeras causas de muerte, señaló el doctor Pablo Kuri Morales, titular de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud (SSa).

Sin embargo, el mismo funcionario apuntó que el cáncer no es sinónimo de muerte, pues en México y el mundo se realizan investigaciones científicas al respecto, amén de que la prevención, en muchos casos, puede resultar la diferencia entre la vida y la muerte. Ha afectado al hombre en todas las épocas, en todos los países y en todas las edades, pero actualmente se intenta mejorar el diagnóstico, prever los factores de riesgo para su desarrollo y poder atacarlos, así como ofrecer opciones de tratamiento.

¿Qué es el cáncer y cuáles son los principios moleculares que lo rigen? El doctor Patricio Gariglio Vidal, investigador del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (Cicata) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), experto en biomedicina molecular, define este padecimiento, también conocido con el término de neoplasia, como una enfermedad que se caracteriza fundamentalmente por la proliferación celular descon-

trolada, en la cual las células cancerosas forman tumores malignos que invaden tejidos vecinos, y con posterioridad pueden colonizar tejidos relativamente lejanos, mediante el proceso que lleva a la destrucción de órganos vitales a distancia (metástasis).

El destacado científico afirma que el cáncer en el mundo llegó a ser una causa importante de muerte sólo hasta el siglo XX. Antes de 1900, la mayoría de las muertes se debía a enfermedades infecciosas, como la tuberculosis, la influenza y la neumonía. En países desarrollados, debido a una mejoría en las condiciones sanitarias, alimenticias y de higiene personal, así como al desarrollo de vacunas y antibióticos, tales enfermedades ya han sido prácticamente eliminadas como causa mayor de defunción, y las principales causas de muerte son las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. En nuestro país se ha logrado abatir la elevadísima tasa de morbilidad por padecimientos infecciosos y parasitarios, y la de mortalidad infantil, con el consecuente aumento del promedio de vida, que sólo en nuestro siglo ha significado 28 años más.

El término de cáncer incluye más de 100 formas de la enfermedad, pero los mecanismos moleculares de todas ellas son similares, indica el también investigador del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN. Las células normales crecen y proliferan en respuesta a señales o estímulos provenientes de otras



células del organismo; sin embargo, las cancerosas ignoran los controles normales de proliferación, y en general crecen respondiendo a señales propias, estimuladoras de la proliferación celular.

La célula cancerosa

El desarrollo de cultivos celulares *in vitro* permite el estudio de la transformación celular maligna, mediante la cual una célula normal cambia a la forma cancerosa, explica el doctor Gariglio. Así, se ha podido observar que al inicio de un cultivo de células normales, algunas de ellas mueren y otras crecen; éstas últimas lo hacen por aproximadamente 50 generaciones, después de lo cual disminuyen su velocidad de crecimiento y finalmente todas mueren. Sin embargo, las células tumorales son capaces de escapar de esta forma de muerte celular, en cuyo caso se habla de líneas celulares “inmortalizadas”. Otra característica importante de las células cancerosas es que con frecuencia presentan alteraciones en el número o en la estructura de uno o varios de los 46 cromosomas normales del ser humano (los cromosomas son cuerpos en forma de bastón, estructuras compactas de material genético contenidas en el núcleo celular).

El doctor Gariglio subrayó el hecho de que un defecto en las enzimas encargadas de replicar la información genética contenida en el ácido desoxirribonucleico (ADN, molécula que almacena la información transmitida de generación en generación en los seres vivos), y de reparar el daño al ADN, o en las proteínas encargadas de la distribución correcta de los cromosomas en las células hijas, así como un defecto en los puntos de control del ciclo celular, llevarían a la inestabilidad cromosómica y genética observada en las células cancerosas.

El crecimiento de un tumor maligno es un proceso en el que la sucesión de cambios genéticos (mutaciones) dentro de las poblaciones de células tumorales lleva a la aparición y evolución de otras cada vez más malignas, que presentan una ventaja de crecimiento sobre las células cancerosas que las anteceden.

Protooncogenes, oncogenes y antioncogenes

Hace aproximadamente 15 años, el descubrimiento de los protooncogenes (genes normales) y de los oncogenes (versiones alteradas), ha permitido explicar el cáncer a nivel molecular. Los protooncogenes desempeñan funciones vitales para el crecimiento celular, como la reproducción y la respiración. Los oncogenes representan formas mutadas de genes celulares normales y ofrecen una indicación clara de los blancos genéticos que se alteran por agentes cancerígenos.

Los antioncogenes son supresores de tumores, que regulan negativamente el crecimiento celular; es decir, frenan la proliferación de las células en los tejidos naturales, lo cual sugiere que a la célula neoplásica le falta un gen regulador del crecimiento (un antioncogén), pero es posible recuperar dicho control negativo al fusionarla con una célula normal. El antioncogén más estudiado es el gen p53, que codifica para la proteína p53; ésta participa en la respuesta celular, cuando ocurre una lesión en el ADN, de dos formas diferentes: a) detiene el ciclo celular, permitiendo así que se repare el ADN y se eliminen mutaciones antes de la división celular, y b) causa apoptosis (muerte celular programada) cuando el daño genético ha sido muy importante y ya no se puede reparar. Al gen p53 se le ha bautizado como “guardián del genoma”, y además de éste hay varios genes supresores de tumores, que están siendo estudiados en diferentes laboratorios del mundo.

Diagnóstico y terapia molecular del cáncer

El diagnóstico molecular de las alteraciones genéticas en oncogenes y antioncogenes es de gran importancia clínica y permite lograr un pronóstico acertado, además del diseño de nuevos métodos terapéuticos en cáncer humano, afirmó el experto biólogo molecular del Cinvestav. Los métodos de diagnóstico para detectar la presencia de un tumor maligno de manera previa a la aparición de los síntomas pueden salvar muchas vidas. Los tumores detectados oportunamente son más fáciles de

atender y resulta más sencillo detener su malignidad, antes de que causen daños irreversibles.

Por otra parte, el empleo de las herramientas de la biología molecular y la ingeniería genética, así como la creciente comprensión de las bases moleculares del cáncer, han contribuido al desarrollo de una serie de ensayos prometedores, tanto para evaluar el riesgo que se corre de contraer cáncer como para descubrir los tumores a tiempo, permitiendo una extirpación quirúrgica eficaz y la aplicación de nuevos métodos de terapia, incluyendo la de carácter génico y la inmunoterapia. Los avances en el campo de la oncología molecular se reflejan en el desarrollo de procedimientos específicos y eficaces de terapia molecular, con objeto de corregir la función del producto de oncogenes, antioncogenes u otros genes que participan en el control de la estabilidad del genoma o durante la invasión tumoral. Así, el tratamiento de un paciente se puede dirigir contra las moléculas alteradas de sus células malignas, sin modificar el funcionamiento de las células sanas.

En lugar de emplear sondas invasoras, las pruebas pueden efectuarse con una muestra de orina o una gota de sangre, y es así como el diagnóstico molecular está desempeñando un papel importante en numerosos centros de salud de alto nivel, y está ayudando en el diseño de protocolos de terapia molecular, aseguró el doctor Gariglio.

Registro

Desde 1993 existe un Registro Histopatológico de Neoplasias en México, y durante 1997, todos los patólogos del país reportaron a dicho registro 87 547 casos nuevos de cáncer. De ellos, el más frecuente es el cáncer cervicouterino con poco más de 20 mil casos (23%), seguido del cáncer de mama con 10.3%, el de próstata con 6% (cinco mil casos), y después una lista amplia de cánceres de diferentes órganos. Los cánceres de tráquea, pulmón y bronquios son en su mayoría producidos por el hábito de fumar, señaló el Director General de Epidemiología de la SSA, lo que posibilitaría, en teoría, evitar cerca de tres mil casos al año si se suprimiera el tabaquismo.

Causas y prevención de las neoplasias

Los fallecimientos por cáncer se pueden evitar por medio de tres formas: prevención, diagnóstico temprano y terapias efectivas. Si se tomaran ciertas medidas elementales de prevención, cada año se evitarían miles de defunciones por cáncer. El tabaco, la dieta y ciertas conductas de vida dan cuenta de casi dos terceras partes de las muertes provocadas por este padecimiento. La frecuencia de los cánceres de pulmón, mama, próstata, colon y recto ha aumentado en paralelo con algunos factores de riesgo, tales como el tabaco, los hábitos higiénicos inadecuados y la exposición al aire contaminado de las grandes ciudades, donde se han detectado agentes carcinogénicos. En las personas expuestas al humo de los fumadores, conocidas como fumadores pasivos, también se observa un aumento en la incidencia de cáncer de pulmón, aunque en menor grado. La frecuencia de cáncer pulmonar en ciudades contaminadas excede a la de las áreas rurales.

Los individuos que se abstienen de fumar consiguen aminorar fuertemente el riesgo de padecer cáncer de pulmón. En los países desarrollados se ha reducido de manera notable el consumo de tabaco, gracias a la puesta en marcha de medidas como el rechazo social, el incremento de los gravámenes y las prohibiciones de fumar en lugares públicos, además de que existe una estrecha asociación entre el grado de educación y el descenso del hábito de fumar. Sin embargo, en los países en desarrollo, como México, se ha observado un rápido aumento de este hábito.

Por otro lado, la exposición a concentraciones elevadas de algunos compuestos en los lugares de trabajo ha permitido determinar el carácter carcinogénico de sustancias como el benceno, el formaldehído, los gases exhalados por los motores de combustión, el radón, los plaguicidas no arsenicales, las pinturas, la radiación ionizante, los tintes para el cabello y algunos fármacos.

Además de la abstención del tabaco, otra forma de prevenir el cáncer es consumir una dieta rica en fibras, frutas, vegetales y legumbres. Las muertes por melanoma, forma letal del cáncer de piel, se reducen tomando las

Premio Internacional de Innovaciones en Políticas de Salud

José Luis Bobadilla

precauciones necesarias para evitar la exposición exagerada al sol, y la incidencia de cáncer anogenital, por otra parte, se puede abatir con un retraso en el inicio de la actividad sexual y medidas profilácticas, debido a que esta neoplasia se relaciona con infecciones en mujeres muy jóvenes por algunos papilomavirus humanos.

Investigación

En México se hace investigación en tres frentes: básica, clínica y epidemiológica. Además del Cicata y del Cinvestav, en el Instituto de Investigaciones Biomédicas se llevan a cabo estudios básicos del virus del papiloma humano asociado al cáncer cervicouterino; en la Dirección General de Epidemiología también se efectúan estudios epidemiológicos en torno a la mortalidad por cáncer cervicouterino, y en el Instituto Nacional de Cancerología se hace investigación clínica sobre tumores.

Conclusiones

En los últimos años se ha logrado un avance espectacular, que permite entender las bases moleculares del cáncer. El descubrimiento y estudio detallado de los protooncogenes, antioncogenes y una serie de elementos moleculares involucrados en aspectos diversos del desarrollo de las neoplasias, nos llevan al diseño de mejores métodos de prevención, diagnóstico y terapia del cáncer humano. La población mexicana puede incrementar en gran medida su esperanza de librarse de este mal, gracias al avance de la ciencia y la tecnología, pero también debe aportar su "granito de arena" con la aplicación de medidas preventivas, tales como la abstinencia de fumar, el consumo de una dieta adecuada y las revisiones médicas frecuentes.

El apoyo, tanto gubernamental como privado, a proyectos de calidad relacionados con la genética molecular del cáncer humano es de fundamental importancia para abatir esta enfermedad. ●

El Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, la Organización Panamericana de la Salud y la Fundación Mexicana para la Salud (Funsalud) instituyeron, desde 1977, el Fondo José Luis Bobadilla para el Fomento de las Políticas de Salud Pública, con el propósito de reconocer públicamente a quienes han destacado en el campo de las políticas de salud en América Latina y el Caribe.

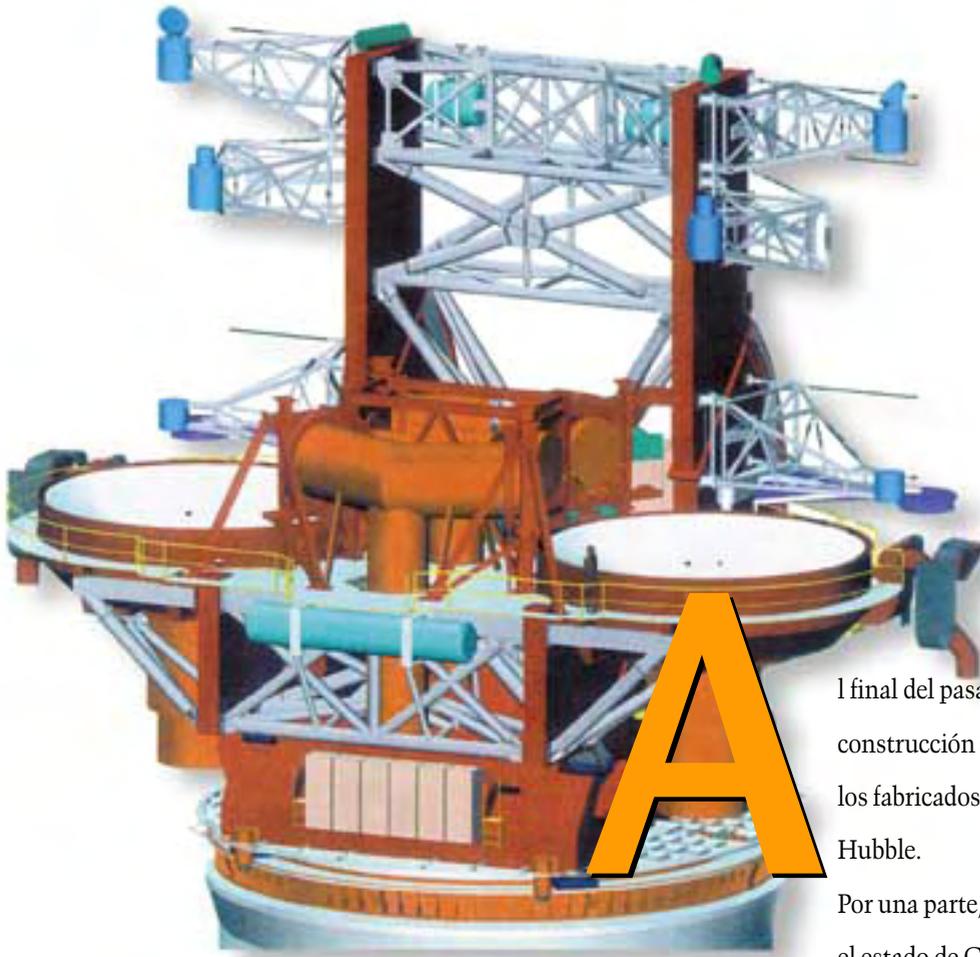
El nombre asignado a este premio corresponde a un pionero en la construcción de las bases de la salud pública moderna en América Latina, el científico José Luis Bobadilla, quien participó en la fundación del Centro de Investigaciones en Salud Pública en 1984 y del Instituto Nacional de Salud Pública en 1987. El objetivo del Fondo es otorgar dos premios, uno a la investigación y docencia en políticas de salud y otro a innovaciones en políticas de salud en América Latina y el Caribe, en cuya edición 2001 participaron los trabajos de investigaciones realizadas en los países miembros del Banco Interamericano de Desarrollo.

Los criterios para la selección de trabajos innovadores en políticas de salud fueron la originalidad y excelencia del producto propuesto, su potencialidad de utilización, y la organización de tareas de investigación, docencia y operación de servicios, por parte del candidato, en el campo de las políticas de salud en general.

El jurado estuvo integrado por personalidades seleccionadas por el Comité Técnico del Fondo José Luis Bobadilla para el Fomento de las Políticas de Salud Pública, y los resultados serán dados a conocer por Funsalud a todos los participantes, antes del 19 de mayo. El reconocimiento, consistente en diez mil dólares, diploma y la promesa de publicación del trabajo, se entregará en una sesión solemne que se celebrará en la sede de Funsalud en la ciudad de México. ●



El telescopio más grande del mundo



Telescopio LBT. Los dos espejos, de 8.4 metros cada uno y fabricados en el Mirror Lab de la Universidad de Arizona, equivalen, en captación de luz, a un telescopio de 12 metros de diámetro y en resolución a un telescopio de 23.

Al final del pasado siglo vimos un renacimiento en la construcción de telescopios gigantes, comparados con los fabricados anteriormente al telescopio espacial Hubble.

Por una parte, están los Estados Unidos, en particular el estado de California con sus dos telescopios gigantes de espejos segmentados, de 10 metros de diámetro cada uno, los gemelos Keck instalados en Mauna Kea, a más de cuatro mil metros de altitud, y por la otra Europa, con su VLT (Very Large Telescope), que consiste en cuatro telescopios gigantes con espejos monolíticos de 8.2 metros de diámetro cada uno, instalados ya en el Paranal de la República de Chile.



Espejo número 1 del telescopio LBT, todavía sobre el horno giratorio, donde se fundió en 1999. Este espejo ya se encuentra instalado en el telescopio; y el espejo 2 está ya en proceso de pulido.

Ambos proyectos se encuentran terminados y en pruebas, y ambos también tienen la idea de hacerlos trabajar “en paralelo”, en el futuro cercano, es decir, sumar sus haces de luz para obtener, en el caso de los Keck, un telescopio equivalente de 14 metros de diámetro y en el caso de los VLT, uno de 16. Debe señalarse que los dos grupos están trabajando en el verdadero filo de las fronteras tecnológicas –mecánicas, electrónicas y ópticas–; ahora bien, cabe preguntar ¿porqué tratar de competir con un Hubble, que ha obtenido imágenes con una resolución y un orden de magnitud superior a la de los mayores telescopios terrestres del pasado?

La respuesta, haciendo a un lado los costos, está justamente en el hecho de que las tecnologías mencionadas han adelantado tanto que podemos asegurar que, en el presente, los telescopios terrestres compiten al tú por tú con los espaciales, y si consideramos costos, los terrestres ganan a los espaciales por un inmenso margen.

En efecto, aplicando sistemas electrónicos de control de forma a las superficies ópticas, se ha dominado ya la técnica denominada Óptica Activa, que consiste en corregir las deformaciones de los espejos y de la estructura de los telescopios, causadas por la gravedad al apuntar éstos a distintos ángulos. Ello implica, en el caso de los espejos segmentados, el uso de gran cantidad de mecanismos actuadores que mantengan dinámicamente cada

segmento en su posición correcta, y en el caso de los espejos monolíticos el efecto se logra con un número menor de actuadores, pero se requieren espejos muy delgados para que su reducido espesor permita a dichos actuadores ajustar su forma. En ambos casos, los sistemas se basan en computadoras que calculan las deformaciones y envían las señales eléctricas correspondientes a los actuadores para corregirlas.

También se está dominando ya la llamada Óptica Adaptiva, que va un paso más adelante, porque esta técnica tiende a anular los efectos de distorsión que las capas atmosféricas imprimen en las imágenes que nos llegan a través de la atmósfera terrestre. Como las ondulaciones atmosféricas se deben a capas de distintas temperaturas, moviéndose a diferentes velocidades y causando distorsiones de rápida variación, los sistemas electrónicos de detección y corrección son mucho más complejos, pero esta complejidad se solventa con el logro de imágenes comparables a las que se pueden obtener con los telescopios espaciales.

Existen otros caminos que combinan las ventajas de los dos sistemas expuestos, además de tener una gran economía, caminos que han sido tomados por el grupo del Observatorio Steward y del Mirror Lab (Laboratorio de Espejos), ambos de la Universidad de Arizona en los Estados Unidos. Uno de ellos consiste en la fabricación

de espejos monolíticos ligeros y rígidos empleando un horno giratorio de su invención, con la idea de fundir el espejo en dicho horno, para que la superficie del mismo tome la forma de un parabolóide de revolución, cuyos parámetros los fija la velocidad de rotación del horno. Así, se logra que al enfriarse, el espejo tenga ya la debida curvatura y sólo haga falta darle el último toque. La ilustración muestra uno de estos espejos, listo para pasar a la máquina pulidora. Con esta técnica se fabricó el espejo de 6.5 metros de diámetro para el telescopio Magallanes I, que ya entró en funciones desde el año pasado.

El otro camino ha sido el diseño de un nuevo telescopio binocular, con dos espejos de 8.4 metros de diámetro; mediante este diseño, los dos espejos quedan montados en un mismo telescopio, lo que implica una gran economía, pero además permite sumar las imágenes de ambos espejos con mucha mayor facilidad, en comparación con los telescopios independientes primeramente descritos. Uniendo ambos caminos se ha llegado a una configuración de telescopio verdaderamente revolucionaria, como se ve en la ilustración, cuya forma rígida y compacta se aúna a un costo comparativamente mucho menor. El resultado final es el LBT (Large Binocular Telescope) que está siendo terminado en la cima del Monte Graham, en Arizona, y que verá su primera luz a mediados de este año, aunque sólo con uno de sus dos espejos ya instalado, debido a que el segundo apenas se está terminando.

Para dar una idea de los costos podemos decir que cada telescopio Keck vale aproximadamente 100 millones de dólares en tanto que el costo del LBT es de 70 millones. Desde el punto de vista de apertura, el LBT, con sus dos espejos, tendrá un diámetro equivalente de 12 metros, que lo convierte en el telescopio más grande del mundo y con una relación costo-apertura de poco más de la mitad que uno solo de los Keck. 🌌

Es interesante destacar que para estas fechas ya se han catalogado más de 20 mil pequeños planetas que circulan alrededor del Sol, en la región llamada el Cinturón de Asteroides. Recordemos que los primeros cuatro en ser descubiertos fueron Ceres, Pallas, Juno y Vesta, a principios del siglo XIX, orbitando entre Marte y Júpiter, justo donde la mal llamada Ley de Titius-Bode –serie de números que señala aproximadamente la distancia relativa de los planetas al Sol– sugería la existencia de un planeta no descubierto. El tamaño de estos miles de asteroides, con excepción de los cuatro mencionados, va desde unos cientos de kilómetros hasta “pedruzcos” de unos cuantos metros.

Mayo

A mediados del mes prácticamente en el cenit, a las 21 horas, se hallará uno de los cúmulos de galaxias más conocidos, el Coma Berenices, la cabellera de Berenice, justo al norte de la Constelación Virgo, una región del cielo plagada de galaxias espirales, como la nuestra.

El 4 de mayo, Venus que se ha venido acercando a la Tierra, presentará su máximo brillo, y el día 10 de dicho mes la Luna se hallará a menos de dos grados del planeta Marte, cuya oposición ocurre en junio.

El 27, el pequeño planeta Pallas estará en oposición, es decir, a su menor distancia de la Tierra (333 millones de Kms)

Junio

Al día 4, Plutón estará en oposición, a una distancia de 4 348 millones de km de la Tierra, y su magnitud visual será de 13.8, por lo que solamente podrá observarse con un telescopio de más de 20 cm de diámetro. También se hallará relativamente cerca de Antares, la estrella principal de la constelación Scorpius.

Un paseo por los cielos de mayo y junio del 2001

El día 8, Venus se encontrará en su máxima elongación oeste, a 45.8 grados del Sol.

El día 13, Marte estará en oposición, es decir, a su menor distancia de Tierra –68 millones de kms, y como su perihelio será próximo, esa oposición es relativamente favorable.

El día 21 a las 2:00 ocurrirá el solsticio de verano; por ello, en el hemisferio norte será el día más largo y, por consiguiente, la noche más corta, y lo opuesto ocurrirá en el hemisferio sur.

El mismo día 21 habrá un eclipse total de Sol, solamente visible en el Océano Atlántico del sur y la parte sur del continente africano. Su máxima duración será de 4 minutos y 55 segundos, muy cerca de la isla Santa Elena.

Lluvias de estrellas

En este bimestre habrá siete lluvias de estrellas y las más importantes serán las Eta-Acuáridas del 5 de mayo, cuyo origen fue el Cometa de Halley. Son muy rápidas (66 km/s) y frecuentemente dejan estelas que persisten unos segundos. En varias ocasiones su máximo se ha adelantado hasta un día, por ello conviene buscarlas desde una noche antes de su máximo, especialmente en esta ocasión en que la Luna llena se presentará el día 7. Sin embargo, si el máximo se diera en la madrugada del día 5, podrán observarse al ocultarse la Luna.

Las Boyéridas, tienen su radiante en la constelación El Boyero (Bootis), de ahí su curioso nombre. Estos restos del cometa Pons/Winneke son los más lentos que penetran en nuestra atmósfera, pues su rapidez es de tan sólo 18km/s y por ello sus trazos son amarillentos. Se trata de una lluvia muy irregular, pero podría ser excelente este año, después de la media noche, ya puesta la Luna. Su máximo ocurrirá la noche del 27 de junio. ☀

COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (para mayo 30)

	Ascensión recta	Declinación
URANO	21 horas 49' 30"	-13 grados 55' 35"
NEPTUNO	20 horas 44' 16"	-17 grados 56' 44"
PLUTON	16 horas 56' 15"	-11 grados 49' 34"

Fases de la Luna

	Perigeo día/hora	Apogeo día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora	Nueva día/hora	Creciente día/hora
Mayo	1/22	14/19	7/07 27/01	13/21	22/21	29/16
Junio	23/11	11/14	5/20	13/21	21/06	27/21

Ciencia, prensa y vida cotidiana

...si hubiera sabido explicar en qué consiste que el chocolate dé espuma, mediante el movimiento del molinillo; por qué la llama hace figura cónica, y no de otro modo; por qué se enfría una taza de caldo u otro licor soplándola ni otras cosillas de éstas que traemos todos los días entre manos.

José Joaquín Fernández de Lizardi. *El periquillo sarniento*

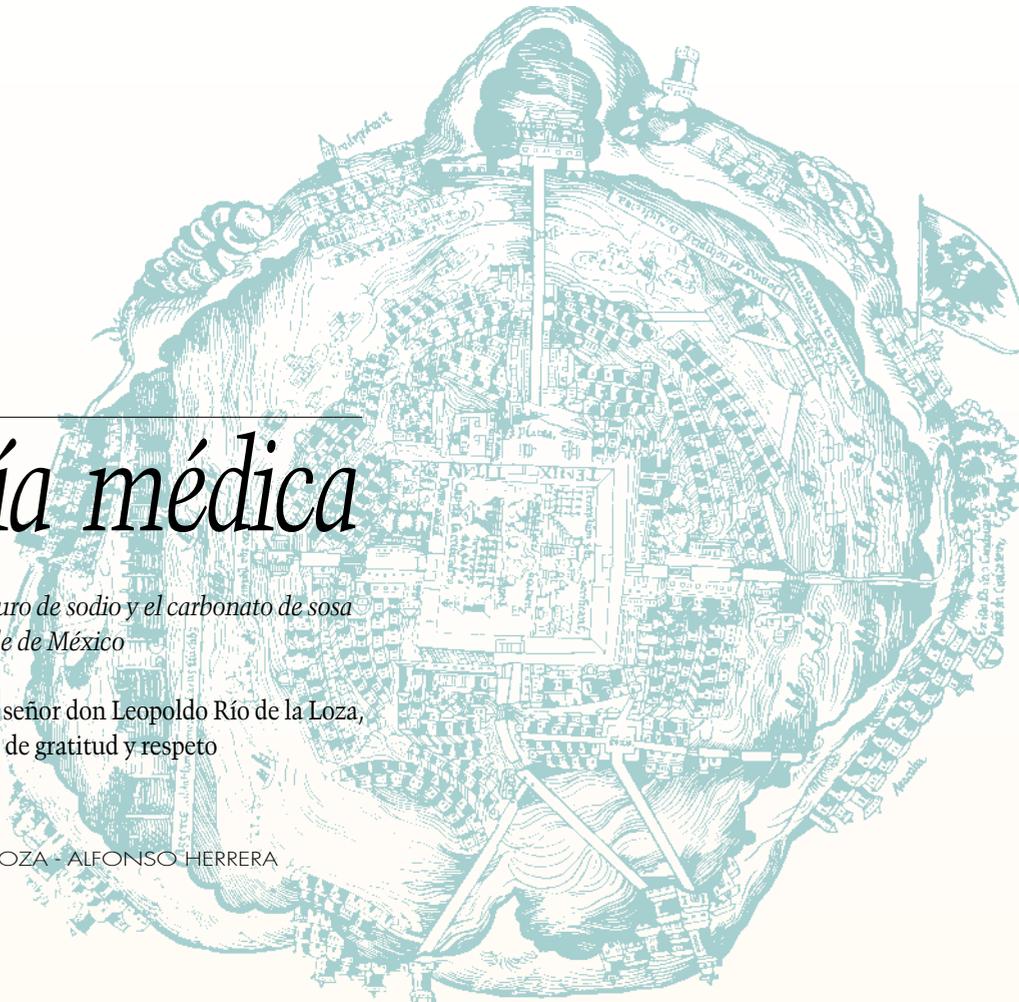
Num. 29.



E

l pulso histórico de México puede conocerse por medio de la observación del desarrollo científico del país. Así –y como se sintetiza en la introducción al volumen de estudios y textos reunidos por Elías Trabulse y sus colaboradores en el tomo cuatro de la *Historia de la ciencia en México. Siglo XIX* (México 1992, Conacyt / Fondo de Cultura Económica),– durante la primera mitad de ese siglo, ahora antepasado, la vida de la ciencia mexicana fue, por decir lo menos, sumamente accidentada. Tal situación dio lugar a un desfase que impidió tener las bases de los conocimientos acumulados en Europa, los cuales propiciaron las condiciones para desarrollar los grandes avances científicos del siglo. A pesar de ello, el salto se intentó, y su impulso puede fijarse en 1867, cuando los esquemas ilustrados del conocimiento y la utilidad moral ya habían dejado paso a una nueva forma de divulgación de la ciencia. Asimismo, la llegada del Positivismo fue determinante para favorecer la profesionalización de las investigaciones, y surgió entonces la necesidad de una comunicación más amplia y especializada entre los miembros de la comunidad científica.

Como modesto homenaje a una de las figuras cuya participación destaca en este arranque del quehacer científico, dedicamos la presente “Alaciencia”, a Don Alfonso Herrera, quien murió el 27 de enero de 1901 y nació el 7 de febrero de 1838 en la ciudad de México. Merece la pena recordar, con motivo centenario, su labor formativa en el campo de las ciencias naturales y la farmacéutica, así como su papel de fundador de la Escuela Nacional Preparatoria, al lado de Gabino Barreda, amén de su producción científica que difundió en la prensa especializada de la época. Así, mostramos una parte del interesante artículo sobre la sales que existen en el valle de México y que redactó Alfonso Herrera en colaboración con Gumersindo Mendoza (i-1886), importante médico interesado en la investigación farmacológica y botánica, y autor además, de varias obras entre las que cabe mencionar el *Catálogo de las colecciones histórica y arqueológica del Museo Nacional de México*, publicado en 1882. El trabajo de estos notables hombres de ciencia mexicanos apareció en *El Mexicano*. Periódico bisemanal, dedicado al pueblo, en dos entregas, el 15 y el 19 de abril de 1866.



Topografía médica

Estudio sobre el origen del cloruro de sodio y el carbonato de sosa en el valle de México

A nuestro apreciable maestro el señor don Leopoldo Río de la Loza, en testimonio de gratitud y respeto

GUMERSINDO MENDOZA - ALFONSO HERRERA

Señores: La existencia del cloruro de sodio y del carbonato de sosa en el valle de México es un hecho. Él ha llamado la atención de los sabios extranjeros y nacionales. Unos y otros, al reflexionar sobre este punto de interés científico, se han propuesto esta cuestión: ¿De dónde provienen estas sales? ¿Cuáles su origen? Y para resolverla han emitido hipótesis diversas, según sus conocimientos y sus ideas preponderantes; pero ninguna de ellas ha sido confirmada por los hechos y la experiencia, para que pasasen al rango de verdades demostradas y apartasen toda sombra de duda, aun de los espíritus más exigentes.

He aquí el compendio de esas teorías, tomado de la *Memoria para la carta hidrográfica del Valle de México*, por el señor Orozco y Berra, quien sin duda ha consultado a todos los autores de peso sobre esta materia:

1^a. Dicen los unos: existe a cierta profundidad un banco de sal gema, y de allí proviene el cloruro de sodio, que se encuentra en las aguas del valle.

2^a. El carbonato es el resultado de una doble descomposición entre el cloruro de sodio y el carbonato de cal.

3^a. El carbonato de sosa, han dicho otros, y el cloruro, preexistían en las aguas aisladas de los lagos del valle.

4^a. Las aguas del lago de Xochimilco, han pensado algunos, son las que contienen y suministran esas sales, por atravesar, antes de salir, una capa de feldespatos.

Opondremos a cada una de estas hipótesis las razones que las destruyen.

Con respecto a la primera, tenemos que objetar: 1^o, que las sales solo se encuentran en la superficie de la tierra, allí donde estuvieron estancadas las aguas pluviales; 2^o, que la sonda en ninguna parte del valle ha hecho aparecer el agua salada sino, por el contrario, una diáfana y potable; 3^o, que tampoco ha sacado fósil alguno característico de los terrenos triásicos, que son aquellos donde existen los bancos de sal gema; 4^o, que el agua del valle no se resume por una parte, para llegar hasta el banco de sal y reaparecer por otra, para dejar como residuo las sales de que se trata.

La segunda queda destruida con el hecho mismo de que no existe el banco de sal gema, ni aguas que lo atraviesen, para después salir cargadas de ella, ponerse en



contacto con el carbonato de cal, y verificarse la doble descomposición; y lo que es más grave todavía, ¿dónde está la enorme cantidad de cloruro de calcio que debía resultar de esa doble descomposición?

La tercera es una suposición enteramente destituida de fundamento; y dado caso que la admitiéramos, la cuestión quedaría siempre la misma, pues nosotros preguntaríamos: para existir hoy esas sales en los lagos, ¿cómo se formaron?

A la cuarta, por último, opondremos, en primer lugar, la opinión del señor barón de Humboldt, quien, como dice el señor Orozco, asegura que “el agua más pura y limpia es la de Xochimilco”; en segundo lugar, nosotros hemos hecho el análisis de esas aguas tomadas de un lugar retirado de la orilla, y la proporción de sales que contienen es mínima; y por último, preguntaríamos: ¿por qué el agua al pasar por la capa de feldespatos despierta esas reacciones que dan por resultado cloruro de sodio y carbonato de sosa? ¿Dónde están el cloro y el ácido carbónico? Dada esta explicación, y demostrado que la cantidad

producida corresponde a la cantidad que se recoge, esta teoría sería concluyente.

Ahora bien; una vez enunciadas las varias hipótesis que se han emitido, y expuesto las razones que, a nuestro juicio, las destruyen, pasemos a indicar la serie de observaciones que nos han dado la clave para explicar un fenómeno que, valiéndonos de las expresiones del ya citado señor Orozco y Berra, “hasta ahora ha sido un problema el averiguar de dónde provienen o a que se debe la presencia de estas sales en el lago”.

Desde la primavera del año de 1863, en una de nuestras excursiones que tuvo por objeto recoger las plantas de la parte noroeste de la Villa, observamos el cloruro de sodio al pie de los cerros de aquella parte, apareciendo en su forma cristalina en la superficie del terreno sedimentoso, al que, entre nosotros, se da el nombre de tepetate.

Desde aquel instante nos hicimos la misma pregunta: ¿de dónde proviene; cuál es su origen? Para resolver semejante problema, como era natural recurrimos a las obras de geología en busca de una solución, pero allí sólo hallamos que existe el coloruro de sodio en los terrenos

triásicos, en grandes bancos, y algunas veces en los cretáceos y aun terciarios en mantos esparcidos, sin tener relación alguna más que con las rocas plutónicas.

Con estos datos la cuestión se reducía a determinar de una manera científica, si el terreno de nuestro valle era triásico, o si como dice Dufrenoy, había al menos “esa relación constante con el mismo orden de fenómenos que se descubren por la reunión de las mismas circunstancias, de las cuales las principales son la presencia de los pórfidos anfibólicos, mantos de yeso, masas de dolomia, fuentes termales y bituminosas, desprendimiento de ácido carbónico”.

Para lo primero, pusimos a contribución la paleontología, esa ciencia nacida ayer de la grande y fecunda inteligencia de Cuvier, y cuyos progresos hoy están a la altura de las demás ciencias naturales; esa ciencia que tiene por base los restos de los animales de otras épocas, y que son los caracteres con que la naturaleza ha escrito, en las capas fosilíferas, páginas elocuentes de los asombrosos cataclismos que tantas veces han cambiado la faz de nuestro globo, sumergiendo los continentes enteros bajo las grandes aguas del océano, con sus faunas y sus floras peculiares, y dejando a descubierto nuevas y fecundas tierras, donde en breve reaparece la vida con todos sus encantos, y siempre dando un paso más en la escala de la perfección; hicimos, pues, multiplicadas excursiones para buscar los fósiles, porque ellos, y sólo ellos, nos podían decir: “nosotros hemos existido en la época de las grandes y admirables acumulaciones de sal gema en los continentes de hoy”; pero nuestras investigaciones sólo dieron por resultado la convicción de esta verdad, desconsoladora para nosotros: el terreno del valle no es triásico, pues los fragmentos de fósiles que hemos hallado pertenecen a esa fauna gigantesca del banco subapenino, es decir, a los monstruosos y pesados *megatherium*, mastodon y *elephas primigenium*, algunas conchas de *cidaris*, *planorbis* y *vermetus*, todas casi microscópicas, lacustres y de terrenos terciarios.

Vencidos en este terreno, no nos quedaba otro recurso que dirigir nuestras investigaciones sobre la naturaleza de las rocas, y buscar todas esas circunstancias de que

habla Dufrenoy, a quien hemos citado; buscar en la pequeña cordillera de la Villa, y de la grande que circunda al valle, el pórfido anfibólico, el yeso, la dolomia, el betun, el ácido carbónico, fue, pues nuestra tarea, y el resultado fue positivo para algunas de las circunstancias requeridas, negativo para otras; el pórfido no es anfibólico sino traquítico, donde predomina la albita; la dolomia no la hemos encontrado; el yeso, algunas huellas por el lado de Xochimilco, un homólogo del betún en la nafta de la Villa, y el desprendimiento del ácido carbónico en abundancia.

Estos datos, aunque incompletos, nos hacían sospechar que existía algún manto de sal gema en el valle; ¿pero hacia que parte se encuentra éste? ¿Por qué la sal se halla al pie de los cerros de la cordillera por sus cuatro puntos cardinales, en pequeña cantidad, y sólo en la superficie de aquellos lugares donde ha estado estancada el agua que ha bajado de su vertiente, y aun por allí, por donde sólo han pasado esas mismas aguas? Todavía más, en los mismos lugares donde se encuentra el cloruro de sodio en la estación de las aguas, se encuentra el carbonato en la estación del invierno, y siempre superficial, a unos cuantos centímetros de profundidad, y ya no acusan los reactivos la presencia de estas sales.

He aquí hechos de naturaleza tal, que habían echado por tierra nuestra última hipótesis, y que de nuevo trajeron el desaliento a nuestros ánimos.

Habíamos casi abandonado nuestro proyecto de buscar el origen del cloruro de sodio y del carbonato en el valle de México, cuando por una casualidad vino a nuestras manos un tratado de geognosia, por el señor D'Aubuisson de Vosins, de fecha antigua, 1829, y el cual, hablando de la existencia de la sal en dicho valle, y no pudiendo explicarla por hallarse a una altura tan considerable respecto al nivel del mar, emite la opinión de que pudiera ser una formación espontánea, “como lo es la del nitro”; nosotros, después de su lectura, nos inclinamos a favor de tan singular opinión; pero ¿de dónde tomar el cloro para combinarlo con el sodio existente en el tequezquite, o sea carbonato de sosa? ¿Cómo se forma esta otra sal? Aquí estaba la gran cuestión. ●

La heroica gesta de los pioneros

La canas verdes del doctor Negro

No son pocos los que consideran que la ciencia se encuentra al margen, cuando no por encima del ruido mundanal y que el científico, encerrado en su torre de marfil, sería ajeno a las pasiones y tensiones, a los valores y temores, a los conflictos y crímenes que puntúan la historia de los humanos.

Decir que esto no es así podría parecer ocioso, pero nunca está por demás. Son innumerables los casos de los hombres de ciencia que se han visto involucrados, de una manera u otra, en las convulsiones de su tiempo, como víctimas o como verdugos. Y no sólo los individuos de carne y hueso, sino sus propias investigaciones y resultados, que no han podido dejar de verse determinados por los valores, por la ideología y por los prejuicios que los rodean y de los que, indiscutiblemente, forman parte. En *Deste lado del espejo* hemos discutido un buen número de ejemplos.

La llamada civilización occidental es probablemente una de las culturas más intolerantes y xenófobas de cuantas han pululado nunca sobre la superficie de la Esfera. De ahí, quizá su éxito avasallador en el sentido más estricto del término. Y uno de los episodios más dramáticos de su historia lo constituye sin duda la incorporación, tan forzada como dolorosa, de la población negra del África central y del sur al paradigma europeo de cultura.

Sin embargo, probablemente el escenario más sombrío de este terrible proceso, no se encuentra en Europa ni en África, sino en América, con el secuestro masivo de negros africanos y su transporte a través del Atlántico, en calidad de mercancía, a las tierras en que serían esclavizados, sobre todo a los Estados Unidos, lo que constitu-

ye uno de los capítulos más deplorables de la historia universal moderna.

Para que se dé usted un quemón, ecuánime lector, de lo que esto significó, y de alguna manera sigue significando este verdadero genodrama, piense en que ningún cirujano negro fue admitido (*"african-american"* según la hipócrita eufemística en boga) en los quirófanos gringos –ni siquiera en los del norte “liberal”– hasta bien entrado en siglo XX; como quien dice, antier. Y después preguntémosnos por qué hay relativamente pocos científicos destacados “de color”. No, pos sí.

El primer negro que pudo practicar una operación en los Estados Unidos fue el doctor Louis Tomkins Wright, que lo hizo en el Hospital Harlem de Nueva York en 1920, y a pesar de que la casi totalidad de los pacientes internados era negros, hasta ese momento todo el cuerpo médico y de enfermería del hospital estaba integrado en exclusiva por blancos. Así, el doctor Wright las ha de haber pasado negras.

A pesar de todo, y gracias a sus enormes méritos, Louis T. Wright fue nombrado años después director del Departamento de Cirugía del Hospital Harlem y presidente de su Consejo Médico. También fue el primer miembro negro del American College of Surgeons, e inventor de varias prótesis ortopédicas, y desarrolló técnicas innovadoras en el tratamiento de las fracturas de cráneo; fue uno de los primeros en estudiar el efecto de la aureomicina, antibiótico del grupo de las tetraciclinas, sobre los seres humanos.

Yo no sé si, en el quirófano, obligaban al doctor Wright a usar bata blanca. Supongo que sí. De lo que estoy seguro es de que, ya viejo, sus canas eran verdes. 🌀



Pa' qué tanto brinco...

Las cuatro reglas de Newton

Desde la antigüedad más antigua de todas, el hombre ha intentado establecer una serie de procedimientos –llámelos usted métodos o algoritmos– que permitan abordar la realidad del mundo que lo rodea de manera general y sistemática. Y desde esa misma antigua

antigüedad se ha topado con la desesperante singularidad de cada fenómeno.

Parece no haber receta alguna que nos guíe a través del intrincado y sorpresivo laberinto de la realidad. Esto no quiere decir que cada verdad no nos conduzca a otras y que el estudio y el aprendizaje carezcan de sentido, pero cada descubrimiento posee su propia génesis y su propio estilo, y en su aprehensión y establecimiento interviene siempre aquello que llamamos serendipia, genio o simplemente ocurrencia, y que nunca se aprende o, en el mejor de los casos, quién sabe cómo se aprende.

Ya los griegos clásicos crearon la heurística, o ciencia del descubrimiento, sin llegar a ningún logro memorable y veinte siglos después, Blaise Pascal retomaría la cuestión, pero no consiguió mucho más que sus ancestros. Con el advenimiento de las computadoras la inquietud resurge, al tratar de “hacer pensar” a los bisoños artilugios. Se conforman, así, disciplinas enteras, como la “inteligencia artificial”, o las “redes neuronales”

que intentan simular la inteligencia animal, y en particular la humana, con algunos resultados curiosos pero no demasiado convincentes.

El gran Issac Newton –para algunos genial, para otros simplemente célebre– no fue ajeno a esta preocupación, y estableció cuatro reglas para el estudio de la física, perfectas e incommovibles, como los lados de un cuadrado:

Regla 1. No debe ser admitida causa alguna si no es indispensable para la explicación de un fenómeno.

Regla 2. A efectos iguales, causas iguales.

Regla 3. Las cualidades no variables de los cuerpos sobre los que se puede experimentar son atribuibles a todos ellos.

Regla 4. La hipótesis sobre algún fenómeno que contradiga una proposición establecida por inducción, no debe ser admitida, a menos que otro fenómeno la confirme o nos haga contemplar excepciones a la susodicha proposición.

No dudo que las reglas de Newton hayan tenido cierta importancia en su tiempo, pero vistos los estremecedores desarrollos posteriores de la física, como la relatividad o la cuántica, no pueden sino resultar un poco vacuas e ingenuas. Y si además tenemos en cuenta que, pocos años después, el mismísimo sir Issac se empeñó en demostrar que la causa de todos los fenómenos era sólo una, Dios, la cosa resulta más bien demoralizante. Si así fuera, tampoco era necesario todo el rodeo. Pa' qué tanto brinco estando el suelo tan parejo.



A toro pasado (solución al torito del número 157)

Riquísima, pero con una tengo...

La preocupación central de las matemáticas, bien lo sabe usted multidisciplinario lector, es la de encontrar solución a los problemas que ella misma se propone. A veces, en el colmo de la extravagancia, ni siquiera le interesa saber cuál es esa solución y se conforma, displicente, con saber que existe. Pero cuando sí busca soluciones precisas se fija en primer lugar en que sean verdaderas, correctas, válidas. Si son breves y hermosas, mejor, pero eso es algo que le inquieta menos, excepto en determinados dominios en que los problemas tienen soluciones tan descomunamente largas que, en la práctica, es como si no la tuvieran.

A mediados del siglo pasado, con el advenimiento de las computadoras, muchos problemas que se consideraban insolubles lograron, encontrar solución aprovechando la inconcebible velocidad de cálculo de los nuevos artefactos. Sin embargo, otros resisten heroicamente y se niegan, tozudos, a dejarse resolver ni por los más complejos y vertiginosos armatostes.

Tal es el caso del célebre problema del viajante de comercio, cuyo planteamiento no puede ser más sencillo: dado un cierto número de ciudades y las distancias de cada una a todas las demás, el reto consiste en encontrar cuál es el recorrido que debe seguir un agente de ventas para pasar por todas ellas, de manera que la distancia total recorrida sea mínima. El único método que se ha hallado hasta la fecha es el de calcular la longitud de todos los recorridos posibles y escoger el que la tenga menor. Un poco pedestre, digamos, como conviene a tal cuestión.

La teoría de grafos y redes, que es la rama de las matemáticas ocupada de tales curiosidades, no ha logrado encontrar un "algoritmo convergente", es decir, que no se dispare cuando el número de ciudades aumenta. Para que se dé usted una idea, incrédulo lector, déjeme decirle que si el número de ciudades fuera de 100, una computadora moderna y potente precisaría de unos

200 siglos de labor ininterrumpida para hallar la ruta óptima. Mejor que la escojan a ojo y viajen como bien les lata.

Por eso el torito del número anterior es tan singular y seductor. Su solución no puede ser más breve; basta que nuestro abarrotero pruebe una sola aceituna. La debe tomar del tonel etiquetado como "revueltas", y si está rellena de anchoa significa que es en realidad el tonel de "anchoas". Pero entonces el que dice "pimientos" sólo puede ser el de aceitunas revueltas y el que dice "anchoas" es el de las rellenas de pimiento. La cosa no puede ser más simple y elegante. Hasta el abarrotero se pone contento.

Claro, para que tal solución exista, es preciso saber que todos los rótulos están fuera de lugar, lo cual no todo empleado consigue, por tarambana que sea. Ese hombre es una joya y el patrón debería conservarlo a toda costa, aunque sólo sea por que le simplifica las cosas. Lo malo son los mentecatos que de vez en cuando le atinan. Esos son los que complican la vida, pues uno nunca sabe a qué atenerse. ●



El Torito

No sabía que a tí te gustara eso...

Muchos eslabones y pocos cortes

LWigberto llegó con el herrero del barrio, cargando gruesa cadena de hierro. "Don Soplete –le dijo, aún jadeando– ¿me podría cortar por favor los eslabones de esta cadena, para separarlos?". "Yo te separo lo que quieras, Wig" le contestó el viejo, que pa' los albuces era una fiera. "¿Pero –preguntó con aire intrigado–, pa' qué los quieres cortar, si se puede saber?"

"Es pa' la tortillería de mi 'amá –contestó satisfecho de sí mismo Wig–. Tiene una báscula de esas con dos platos y una pesa corrediza, pero las pesas sueltas ya se perdieron, y ahora sólo puede pesar cantidades hasta un kilo. Y luego vienen los albañiles de la obra y le piden un montón, y ai está la vieja pesándoles de kilo en kilo. Pues resulta que cada eslabón de esta cadena pesa un kilo. Así que se los voy a dar pa' que los use como pesas adicionales y yo calculo...". "A tí no se te va nada –dijo el herrero sin dejar de considerar la chatarra–, son trece eslabones, así que podrá pesar hasta catorce kilos."

"Ándele, don Soplete, veo que sí sabe contar", respondió burlón el muchacho. "Si quieres ver cómo cuento arrímate tantito", murmuró el herrero concentrado en la cadena. "Órale, Don ¿Cuánto me cobra por los doce cortes?" "Cuál doce..., son trece". "No le digo, don Soplós; ¿pa' que quiere cortar el de la punta?". "Siéntate aquí, ven..., tienes razón. Eres bueno pa' la lógica. No sabía que te gustaba eso." "Lo estoy metiendo en problemas

–dijo el Wig, y se carcajeó, pues también sabía lo suyo– pero ya dígame, por que tengo que volver a la chamba."

"Pérate tantito –replicó el viejo pensativo–. Yo creo que se puede hasta con menos cortes." "A pos sí –exclamó sorprendido Wig–, si corta uno de enmedio..." "Te cabe toda la razón –dijo de golpe don Soplete con una sonrisa que le iluminó la cara tiznada–, tú presta, que yo me clavo y le hallo..."

Así siguió un buen rato la amable y franca conversación entre los dos amigos. ¿Podría usted ayudarlos, gentil y perspicaz lector, a saber cuál es el menor número de eslabones cortados para que la mamá de Wig pueda pesar cualquier cantidad de tortillas hasta los catorce kilos? Tiene dos meses pa' pensarle. No se quede atrás y métale cabeza... 🌐

Corte una oreja

Ciencia y Desarrollo sorteará un lote de libros entre todos los lectores que lidien correctamente al torito de este número, y cuyas soluciones se reciban en la redacción antes de aparecer el próximo. Háganos llegar su respuesta, ya sea por correo, a la dirección:

Revista *Ciencia y Desarrollo*
Av. Constituyentes 1054, edificio anexo, P.B.
Col. Lomas Altas
Del. Miguel Hidalgo
México 11950, D.F.

o por medio de fax, al número (015) 327 7400, ext. 7723. En cualquier caso, no olvide encauzar su envío con la acotación: *Deste lado del espejo*.

A la fecha del cierre de este número no recibimos respuestas acertadas para el torito 156.

Carta al Príncipe

En un discurso pronunciado el 17 de mayo del 2000, en la conferencia Reith, sobre el ambiente, el príncipe Carlos de Inglaterra, seguidor ferviente de la astrología, la homeopatía y otras disciplinas alternativas, y enemigo de la clonación y de los cultivos genéticamente modificados, se lanzó de manera frontal en contra de la ciencia moderna y señaló: “¡Fuera las manos científicas!, la manipulación de la naturaleza es una ofensa contra Dios y será castigada!” La reacción de la comunidad científica fue inmediata y, entre otros, el biólogo británico Richard Dawkins –proponente, entre otras ideas, de la hipótesis del gen egoísta– le dirigió la respetuosa carta, siguiente, respondiendo a sus críticas.

Su alteza Real:

Su discurso en la Conferencia Reith me entristeció. Tengo gran simpatía por sus metas, y una admiración por su sinceridad. Pero su hostilidad contra la ciencia no va a servir a dichos objetivos y su respaldo a una serie de mal elegidas y mutuamente contradictorias opciones le hará perder el respeto que creo usted merece. Me olvidó de quién fue el que señaló una vez: “Claro que debemos tener nuestra mente abierta, pero no tanto que dejemos que nuestros cerebros se nos derramen.” Veamos algunas de las visiones filosóficas que usted parece preferir al razonamiento científico. Primero está la intención, “la sabiduría del corazón que murmura como una brisa a través de las hojas”. Desdichadamente, todo depende de la intuición de qué persona elija usted. En los objetivos, aunque no en los medios, sus intuiciones y las mías coinciden, y comparto de corazón su objetivo de mantener una administración a largo plazo de nuestro planeta, con todo y su compleja y diversa biosfera. Pero, ¿qué hay de la

sabiduría incisiva del negro corazón de Saddam Hussein?, ¿cuál fue el precio del viento wagneriano que murmuraba a través del torcido follaje de la mente de Hitler? El descuartizador de Yorkshire oía voces religiosas en su cabeza, que le impulsaban a asesinar. ¿Cómo decidimos cuáles voces internas e intuitivas escuchar y cuáles no?

Dawkins señala a continuación que sólo el método científico permite tomar esa decisión y prosigue:

Por otro lado, Señor, creo que usted tiene una noción exagerada de la naturalidad y de la agricultura “tradicional” u “orgánica”. La agricultura nunca ha sido natural. Nuestra especie empezó a alejarse del estilo de vida del cazador recolector hace apenas unos diez mil años, plazo muy breve para ser medido en la escala evolutiva. El trigo, aunque sea integral, no es un alimento natural para el *Homo Sapiens*. Y tampoco lo es la leche, excepto para los niños. Casi todos nuestros alimentos han sido genéticamente modificados, mediante la selección natural –aunque no por mutación artificial–, pero el resultado es el mismo. Un grano de trigo es una semilla de pasto modificada genéticamente, lo mismo que un perro pequinés es un lobo genéticamente modificado. ¿Jugar a ser Dios? ¡Hemos jugado a ser Dios durante siglos!

Las multitudes gigantescas y anónimas entre las que vivimos empezaron la revolución agrícola, y sin la agricultura sólo sobreviviría una pequeña fracción de la actual población humana. Nuestra elevada población es un artefacto agrícola (tecnológico y médico), y esto es más antinatural que los métodos de control natal que condena el Papa por ser antinaturales. Aunque no nos guste, estamos ligados íntimamente con la agricultura y la agricultura, toda la agricultura, es antinatural. Dimos ese paso hace diez mil años.

¿Significa lo anterior que no podemos elegir entre los diversos tipos de agricultura en lo que se refiere a mantener el bienestar del planeta? Claro que no significa eso. Hay sistemas mucho más dañinos que otros, pero no tiene sentido apelar a “lo natural” o al “instinto” para tomar decisiones. Hay que estudiar la evidencia, ponderada y razonada científicamente. El arrasamiento y la quema de selvas (que por coincidencia es el sistema agrícola más

cercano a lo “tradicional”) destruyen nuestros bosques más antiguos. El sobrepastoreo (también ampliamente practicado por culturas “tradicionales”) erosiona el suelo y convierte las praderas fértiles en desiertos. Yéndonos a nuestra propia tribu moderna, el monocultivo, alimentado por fertilizantes en polvo y venenos contra plagas, es muy malo para el futuro, y el uso indiscriminado de antibióticos para hacer crecer y engordar al ganado es algo peor.

Dawkins señala que existen riesgos claros en la manipulación genética que no son tomados en cuenta por quienes se oponen a la misma, pero los peligros que señalan quienes están en contra de toda acción de este tipo no se han materializado, ni lo harán, ya que son manifestaciones de un profundo desconocimiento sobre lo que pretende la manipulación transgénica. No hará daño su consumo al ser humano, pero sí puede propiciar la aparición de cepas de plagas mucho más resistentes en el futuro.

Y el científico prosigue:

Pero aun si la agricultura pudiera ser natural y fuera posible establecer una relación instintiva con la naturaleza, ¿es en realidad la naturaleza un buen modelo a seguir? Esto hay que pensarlo con cuidado. Efectivamente en un sentido, los economistas están en equilibrio armónico, y algunas de sus especies se hacen mutuamente dependientes, y esta es una de las razones por las que resulta criminal la acción de las empresas depredadoras, que destruyen la selva lluviosa tropical.

La naturaleza no favorece la planeación a largo plazo, sino que propicia la ganancia a corto plazo. Los madereros, los balleneros y otros buscadores de ganancias rápidas, que derrochan el futuro en beneficio de la codicia actual, hacen sólo lo que las criaturas salvajes han hecho a lo largo de tres mil millones de años.

El cerebro del ser humano es el primer fruto de la evolución que puede ver a largo plazo y tomar provisiones; planear un camino que lo aleje de la extinción y lo lleve a nuevas alturas distantes. La planeación a largo plazo y la posibilidad de administrar del planeta son algo nuevo en el mismo, existen sólo en los cerebros de las personas.

El futuro es un nuevo invento en la evolución, que resulta algo precioso... y frágil. Debemos usar todo nuestro arsenal científico para protegerlo. Puede ser paradójico, pero si queremos sustentar al planeta en el futuro, lo primero que tenemos que hacer es dejar de pedirle consejos a la naturaleza, una gran especuladora darwiniana a corto plazo.

Claro que lo anterior suena deprimente, pero no hay ley alguna que diga que la verdad debe ser optimista, y de nada sirve matar al mensajero –la ciencia–. No tiene sentido preferir una visión alternativa del mundo sólo porque se considera mas cómoda; de todas formas, la ciencia no es todo pesimismo, ni es un entre sabelotodo arrogante. Cualquier científico que merezca ese nombre se adherirá a la cita de Sócrates: “La sabiduría es la conciencia de que uno no sabe.”

Lo que me entristece. Señor, es lo mucho que usted se estaría perdiendo al darle la espalda a la ciencia. Yo he tratado de escribir sobre la maravilla poética de la ciencia pero ¿podría tomarme la libertad de recomendarle un libro de otro autor? Se llama *El mundo y sus demonios*, escrito por el llorado Carl Sagan, y me permito llamarle la atención sobre su subtítulo: “La ciencia como una vela en la oscuridad”.

El príncipe Carlos no ha respondido a la masiva de su leal súbdito, Richard Dawkins, biólogo evolucionista y profesor de la cátedra Charles Simonyi para el entendimiento de la ciencia en la Universidad de Oxford. 🌐

Referencias

El discurso del Príncipe se puede encontrar en esta dirección:

http://news.bbc.com.uk/hi/english/static/events/reith_2000/lecture6.stm

La carta de Dawkins puede encontrarse en la siguiente dirección:

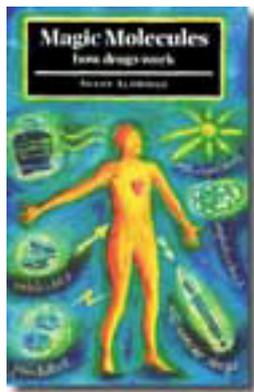
http://digerati.edge.org/3rd_culture/prince/prince_index.html

Moléculas mágicas

CÉSAR MEDINA SALGADO

La experiencia del dolor es casi universal. Probablemente existen en el mundo alrededor de 100 personas que han nacido con un defecto genético que les impide sentir dolor, y así, deben aprender a caminar por la vida sin protección natural alguna ante los peligros cotidianos, en tanto que, para el resto de las personas, sentir dolor es un indicador de que algo anda mal. Los supresores de dolor y los analgésicos son las drogas más empleadas para deshacerse de él, aunque éstos no atacan la causa fundamental de su origen. En la actualidad, gracias a drogas como la aspirina y la morfina, muy pocas personas temen al padecer dolores, pero el alivio efectivo se basa en la elección adecuada de la droga, según el grado de sufrimiento experimentado, lo cual en ocasiones representa un reto considerable. Adicionalmente a este reto existe otro fundamental, consistente en definir qué es el dolor.

De acuerdo con La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, éste es una experiencia desagradable, sensoria y emocional, asociada con el daño verdadero o potencial de un tejido. Por desgracia no existen pruebas de sangre ni exámenes radiológicos o computarizados, ni algún otro estudio de laboratorio que permita diagnosticar el dolor sufrido por un paciente, y en aquellos casos en que éste es un problema clínico, los doctores aplican el cuestionario McGill, donde se emplean cientos de palabras como roer, perforar, triturar, disparar, para lograr la comprensión del dolor del paciente, cuya percepción está en ocasiones muy lejos de tener una causa física, pues esto depende de antecedentes culturales, de experiencias psicológicas y de la situación que vive en ese momento. Las variaciones individuales en la experiencia del dolor han sido valoradas, y con ellas se han establecido límites –superior e inferior– bajo condiciones de laboratorio. El límite inferior es el dolor mínimo causado por una descarga eléctrica, un piquete de alfiler, calor o presión, mientras que el límite superior o tolerancia es la intensidad en la



Aldridge, Susan, *Magic Molecules: How Drugs Work*, United Kingdom, 1998. Cambridge University Press, 269 pp.

cual el voluntario responderá al estímulo, hasta solicitar que se detenga su aplicación. Los experimentos mostraron que los niveles de calor, percibidos como dolorosos por personas procedentes del Mediterráneo, fueron considerados templados por personas originarias de los países del Norte de Europa, pero la mayoría de las diferencias significativas en la tolerancia al dolor se refieren a aspectos culturales y étnicos. Por ejemplo, las mujeres de origen italiano son menos tolerantes al dolor que las norteamericanas de edad o las judías –por lo menos en experimentos de laboratorio.

Desde el punto de vista clínico existen diversos tipos de dolor, para los cuales debe prescribirse un analgésico determinado. En la obra que aquí se presenta se analizan tres de los más importantes tipos de dolor: el de cabeza, el artrítico y el ocasionado por el cáncer. En torno a estas tres afecciones es pertinente destacar que la mayoría de las personas que presentan dolores de cabeza de manera crónica, en realidad muestran síntomas de depresión y no responden a tratamientos con analgésicos o supresores del dolor, sino a técnicas médicas relacionadas con la biorretroalimentación, la relajación y la psicoterapia. Dentro de los dolores de cabeza destaca el conocido como migraña y se estima que afecta al 10% de la población. Las causas de la migraña todavía no son bien entendidas, pero es un dolor relacionado con problemas vasculares, cuyo origen se ubica en un proceso de contracción y dilatación de las venas que irrigan el cerebro, y actúan como disparadores del sufrimiento. Los neurotransmisores, como la serotonina, desempeñan el papel de agentes dilatadores pero, por otra parte, los síntomas neurológicos del dolor de cabeza se relacionan con la fase de contracción al disminuir el suministro de oxígeno al cerebro; así cuando las venas se dilatan, probablemente afectan los nervios del cerebro, causando dolor.

La artritis es una enfermedad común, caracterizada por la inflamación de las articulaciones, y existen diversas formas de este padecimiento que, en conjunto, afectan a una de cada tres personas. La osteoartritis se genera por el desgaste en las coyunturas, cuando el tejido cartilaginoso que protege las terminales de unión de los huesos

se rompe, dejando éstos en contacto directo uno con otro y causando inflamación y dolor. En el caso de la artritis reumatoide existen por lo general inflamación, dolor, deformaciones de la articulación y en ocasiones fiebre. Este tipo de artritis afecta en mayor grado a las mujeres que a los hombres y se presenta en la juventud, a diferencia de la osteoartritis, enfermedad que también afecta otros órganos, además de las articulaciones. Ninguna forma de artritis es curable; sin embargo, una persona que sufre la enfermedad puede tener una vida normal.

En la actualidad se atacan dichas enfermedades con una línea de drogas conocidas como antiinflamatorias sin esteroides (en inglés NSAID), que en el caso del cáncer afecta a una de cada tres personas en alguna etapa de su vida y el dolor es quizás el síntoma más profundo del padecimiento. Se estima que alrededor del 70% de todos los pacientes con cáncer avanzado sufre de dolor, en su mayoría causado por la invasión de los tumores en las células aledañas a ellos –y el restante, por las terapias con las que se le ataca. La naturaleza del dolor depende del lugar en donde se ubica el cáncer, y si no es eliminado afectará seriamente al paciente de manera física y psicológica.

El dolor puede interferir con el sueño y la alimentación, y aún más, suele afectar al sistema inmunológico, dejando al paciente en una situación vulnerable a cualquier tipo de agente patógeno. El dolor constante cambia con rapidez la actitud del enfermo, causando ansiedad, sentimientos de desesperanza, impotencia y depresión. En un escenario pesimista, el dolor producido por el cáncer suele conducir al suicidio y podría ser un argumento en el controvertido tema de la eutanasia.

En esta obra, la doctora Susan Aldridge muestra sus amplios conocimientos en educación y en ciencias orientadas a la investigación médica, pero también hace evidente el porqué actualmente es editora médica del *Focus Magazine*. Por último, resulta pertinente destacar que su trabajo explica, en términos sencillos, diversos procesos bioquímicos desencadenados por la ingestión de medicamentos o la incorporación de éstos al cuerpo de los seres humanos. ●

Foro sobre desarrollo tecnológico

El establecimiento de estímulos fiscales y el acceso a financiamientos de mediano y largo plazos fueron demandas de los industriales en el Foro sobre Desarrollo Tecnológico para el Plan Nacional de Desarrollo de la Presidencia de la República, que se realizó en la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

En esta reunión, organizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, el doctor Raúl Quintero Flores, director general de la División Tecnológica de Hojalata y Lámina S.A. (HYLSA), mencionó que urge la modernización tecnológica de la planta productiva de nuestro país, y para ello se requiere de incentivos fiscales para que una vez que los empresarios se decidan a invertir en tecnología puedan hacer uso de los centros existentes y así las empresas hagan mancuerna con ellos y con las universidades para llevar a cabo el desarrollo tecnológico.

El ingeniero Fernando Villarreal Palomo, director general de la Cámara de la Industria y la Transformación (CAINTRA), propuso formar y especializar el capital humano. Además, dijo que todo lo que se investigue debe estar vinculado con el sector productivo, y recalcó la necesidad de descentralizar la toma de decisiones. Por su parte, el doctor Abelardo Saldívar Fitzmaurice, director de posgrado de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, se pronunció por la modernización de la infraestructura y la profesionalización de la actividad tecnológica.

A su vez, el doctor Carlos Maroto Cabrera, director general de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA), perteneciente al Sistema SEP-Conacyt, manifestó la necesidad de mejorar la capacidad de elaboración de proyectos y de convocar a concursos de desarrollo tecnológico para obtener productos que compitan mundialmente.

Por último, el licenciado Alfredo Alvarado Cano, coordinador de Tecnología y Calidad de la

Secretaría de Industria y Comercio del estado de Nuevo León, propuso el acceso de las pequeñas y medianas empresas de base tecnológica a la bolsa de valores, con el propósito de lograr financiamientos a mediano y largo plazos. 

Presentación del libro *Desarrollando sistemas de innovación. México en un contexto global*

Es necesario encontrar esquemas para la ciencia en México, más innovadores y más orientados a la sociedad y al sector productivo, afirmó el ingeniero Jaime Parada Ávila, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, durante la presentación del libro *Desarrollando sistemas de innovación. México en un contexto global*.

El ingeniero Parada agregó: “La ciencia y la tecnología no pertenecen a una élite; por el contrario, deben ser parte de la sociedad, es decir, debemos comenzar a considerar la ciencia y la tecnología como temas del progreso económico, del desarrollo social y del bienestar para todos. En este momento, México tiene dos grandes retos. El primero y más importante es la competitividad, porque estamos perdiendo espacios en todos los sectores productivos del país, y esto es signo de que algo está mal. A este punto, la ciencia y la tecnología deben tener un enfoque moderno, para competir con empresas que reducen sistemáticamente costos a tasas del 5, 6 ó 7 por ciento.”

“El otro reto importante del sector productivo –señaló– es el crecimiento con valor agregado. Tenemos que pasar a un esquema en el que comencemos a pensar en empresas de mayor valor agregado, y para ello se necesita conocimiento; esa es la única diferencia que nos permitirá lograr el crecimiento con mayor calidad.”

El libro, coordinado por el doctor Mario Cimoli, oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Productivo y Empresa-

rial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), versa sobre la aplicación en la economía mexicana del concepto de sistemas de innovación nacional (SIN) para el desarrollo del libre comercio en las Américas.

En la presentación de este trabajo, efectuada en las instalaciones del Sistema de Información de la ONU en México, Cimoli señaló que este proyecto surgió, en 1998, en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para realizar un diagnóstico de lo que es el Sistema de Innovación en México (SIN) y se encontró que la economía del país obtuvo un relativo éxito, pero, como contraparte, se observó una gran debilidad del propio SIN, pues existe poca vinculación además de débiles cadenas de cooperación y bajos salarios.

“Por ello –mencionó el doctor Cimoli– es necesario dejar de proteger en exceso a la empresa, capitalizar mejor el conocimiento local y estructurar una serie de incentivos con mecanismos legales para que se apoye en mayor medida la política científica, además de flexibilizar el Sistema de Innovación, y es necesario, también, pensar a largo plazo.”

A su vez, la licenciada Margarita Flores, directora de la Subsección Regional de la CEPAL, señaló que es necesario fomentar mayor colaboración institucional para solucionar los problemas que existen en las empresas, así como disminuir el rezago de nuestro país en cuanto a investigación e innovación tecnológica se refiere. 

Reunión del ingeniero Jaime Parada Ávila con el Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados

“El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) aspira a ser un verdadero promotor y generador de las políticas científicas nacionales, a establecer prioridades y áreas temáticas de oportunidad y asesorar al Ejecutivo en esta materia”, afirmó el ingeniero Jaime Parada Ávila, director general del Consejo, durante una reunión con el Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados.

Ante los legisladores reunidos en el salón E de la Cámara de Diputados señaló la necesidad de articular el gasto federal y promover el gasto nacional en ciencia y tecnología entre los diferentes sectores sociales, para que se convierta en un tema sustantivo de las diferentes empresas, dependencias y organismos del gobierno federal, de los estados y de la iniciativa privada, porque no es una labor sólo del Conacyt.

El ingeniero Parada agregó que la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica proporciona un camino a seguir a fin de promover este cambio, ya que permite crear fondos sectoriales en ciencia y tecnología. Esto brinda una doble ventaja, pues, por un lado hará posible multiplicar los recursos, hasta ahora escasos para la ciencia y la tecnología en el país, y por otro convertirá a las propias dependencias y organismos del gobierno federal en actores y agentes activos.

Se contempla también la creación de fondos mixtos, cuyo propósito es establecer recursos concurrentes de la Federación con cada uno de los gobiernos estatales, mediante la asesoría y orientación de los respectivos consejos de ciencia y tecnología, que enuncien prioridades, áreas de oportunidad temática y proyectos de interés regional. La Ley establece también la participación de la iniciativa privada para crear estos fondos mixtos, pues durante 30 años se ha

hablado sobre este vínculo, que ahora debe ser una realidad. Es necesario establecer alianzas a largo plazo con empresas mexicanas visionarias y progresistas, que estén dispuestas a invertir y consideren que para progresar tienen un socio con el gobierno federal.

Se necesitará, además, de una reestructuración importante del Sistema Nacional de Investigadores, a fin de que éste no sólo estimule y desconozca la excelencia académica, sino que también ofrezca la posibilidad del trabajo en vinculación.

El director general del Conacyt destacó que, efectivamente, es un gran reto pasar del 0.4 al 0.8% del gasto federal en ciencia y tecnología (*GFCyT*) como proporción del Producto Interno Bruto, pero enseguida subrayó que esto no es un indicador de éxito, pues en tal sentido resultan más convenientes indicadores como el de creación de valor, que permite ofrecer mejores perspectivas de vida a la sociedad mexicana. “Creo profundamente –dijo– en la ciencia y la tecnología, ligadas a la creación de valor, a la calidad, y a la preparación de recursos humanos de excelencia. Lo que proponemos es el crecimiento de la calidad científica y tecnológica del país, a escalas mucho mayores.”

En la reunión, el Conacyt presentó una propuesta de incentivos fiscales para investigación y desarrollo tecnológico (*IDT*), en la que se plantea que México requiere que el empresario nacional invierta decididamente en este campo, como un medio para incrementar la competitividad. En dicha propuesta se menciona la necesidad de apoyar con un 35% del gasto en investigación y desarrollo tecnológico a las pequeñas y medianas empresas, y con 20%

a las grandes empresas, además de permitir al Conacyt la administración técnica del estímulo, dejando a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la parte fiscal.

El Conacyt apoyará a las empresas para financiar hasta un 30% de los honorarios del consultor tecnológico que dictamine sus proyectos, y dará mayor difusión al incentivo, mediante un mecanismo que abarque a mayor número de empresas y de consultores tecnológicos.

En respuesta a las preguntas de los miembros de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, el ingeniero Parada señaló que, debido a la apertura comercial, nuestro país se encuentra en desventaja ante el exterior, por lo que es preciso apoyar de manera más significativa a los pequeños y medianos empresarios, y apuntó que la inversión en ciencia y tecnología no debe verse como un sacrificio, sino como una inversión que reeditarán mayores recursos fiscales para el crecimiento económico del país. Es necesario crear un marco de fomento igual de competitivo que el de otros países, así como impulsar la mejor asociación de las empresas con los centros de investigación nacional.

Al hacer uso de la palabra, la presidenta de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, Silvia Álvarez, señaló que los legisladores coinciden con el planteamiento de pasar del discurso a los hechos, para que exista una política de estado en materia de ciencia y tecnología que se refleje en el Plan Nacional de Desarrollo, el cual debe definir una política incluyente y al Conacyt como organismo coordinador. 

Nuevos nombramientos en el Conacyt

El director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), ingeniero Jaime Parada Avila, designó a nuevos funcionarios para ocupar las siguientes direcciones adjuntas de Administración y Finanzas, Modernización Tecnológica, Política Científica, y Coordinación del Sistema SEP-Conacyt.

Así el ingeniero Gildardo Villalobos García sustituye al doctor Adrián Jiménez en la Dirección Adjunta de Política Científica y Tecnológica. El nuevo titular es egresado del Instituto Politécnico Nacional y estudió la maestría en ciencias en la Universidad de Stanford. Entre sus anteriores cargos se encuentran los de coordinador general de Universidades Tecnológicas en la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica de la Secretaría de Educación Pública, y director general de las Fábricas de Papel Tuxtepec, S.A.

A su vez, el doctor Guillermo Aguirre Esponda sustituye al ingeniero Ramiro García Sosa en la Dirección Adjunta de Modernización Tecnológica. El nuevo director es ingeniero mecánico electricista, egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y tiene un doctorado por la Universidad de Cambridge. Se ha desempeñado como director de Nuevos Negocios de Comercial Acros Whirlpool y director de Tecnología de Productos Avanzados de Vitromatic Comercial. Entre los reconocimientos obtenidos por el doctor Aguirre destacan el Premio Nacional de Tecnología 1999 y la Medalla de Oro de Whirlpool Quality Achievement Award.

Asimismo, en sustitución del doctor Rubén Ventura, quien desde noviembre pasado era coordinador de la Dirección Adjunta del Sistema SEP-Conacyt, fue nombrado el ingeniero mecánico electricista, egresado de la



Dr. Guillermo Aguirre Esponda, Director Adjunto de Modernización Tecnológica.



Ing. Gildardo Villalobos García, Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica.



Ing. Felipe Rubio Castillo, Coordinador de la Dirección Adjunta del Sistema SEP-Conacyt.



Ing. Gabriel Soto Fernández, Director Adjunto de Administración y Finanzas.

UNAM, Felipe Rubio Castillo, que se desempeñaba como director del Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, perteneciente al propio Sistema SEP-Conacyt.

En cuanto a la Dirección Adjunta de Administración y Finanzas, el ingeniero Gabriel Soto Fernández sustituye en el cargo al licenciado Francisco Fernández de Castro. El nuevo titular es ingeniero civil, egresado de la UNAM, y ha ocupado los puestos de director de Administración y Finanzas del Instituto Mexicano de Investigaciones en Manufacturas

Metalmecánicas, A.C., del Sistema SEP-Conacyt, el cual pasó a formar parte del Grupo Industrial Vitro.

Asimismo, el doctor Manuel Méndez Nonell sustituye al doctor Luis Ponce Ramírez en la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional. Es ingeniero químico metalúrgico, egresado de la UNAM, y tiene un doctorado por la Universidad de Sheffield, Inglaterra. Se ha desempeñado como Secretario Académico y secretario de Planeación del Cinvestav. 

Sistema integrado de información sobre investigación científica y tecnológica

Conforme a lo establecido por la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) incorporó hoy a Internet la primera versión del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT), que pretende satisfacer la añeja demanda de la comunidad científica y tecnológica mexicana de contar con un sistema de información, y un registro de actividades y participantes en estas disciplinas, así como favorecer la vinculación de la comunidad científica y tecnológica con los sectores productivo y social.

En esta primera versión del SIICYT se tiene el propósito de apoyar la modernización y competitividad de los sectores mencionados, promover el crecimiento armónico y consolidar las comunidades de ciencia y tecnología en todas las entidades del país, e incrementar su divulgación para ampliar y fortalecer la cultura científica y tecnológica en la sociedad. Dicha versión está compuesta por once módulos que permiten obtener datos sobre el padrón de

ejecutores de ciencia y tecnología, la producción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el Sistema Nacional de Investigadores, el registro del Conacyt de consultores tecnológicos y el de las necesidades en este aspecto de empresas y del propio gobierno, además de la inscripción voluntaria de nuevos participantes, mediante el registro de su información.

También se pueden encontrar datos referentes a los indicadores sobre actividades científicas y tecnológicas, y un registro amplio de las actividades de instituciones y empresas de los sectores social y privado que realizan acciones de ciencia y tecnología, y que reciben apoyo de fondos federales. La comunidad científica y tecnológica, así como el público en general, tendrán acceso a dicha información en la dirección <http://www.siicyt.com.mx>.

La página del SIICYT fue elaborada con apoyo del Fondo de Información y Documentación en la Industria, el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República y la Academia Mexicana de Ciencias. 



Dr. Manuel Méndez Nonell, Director Adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional.

Foros de consulta sobre ciencia y tecnología

Con el propósito de aportar ideas, soluciones y nuevas propuestas al Plan Nacional de Desarrollo en esta materia, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) organizó doce foros de consulta sobre formación de recursos humanos, investigación científica, modernización tecnológica, desarrollo regional y divulgación científica. Dichos foros tuvieron lugar durante el mes de marzo en diversos estados de la República, y en ellos participaron académicos, empresarios, investigadores, profesores, asociaciones civiles e instancias gubernamentales, así como el sector privado.

En materia de formación de recursos humanos de alto nivel se realizaron dos foros, uno en la ciudad de Hermosillo, Sonora, y el otro en Mérida, Yucatán. Al respecto, se propuso la creación de nuevos programas educativos dirigidos a los sectores empresariales y se planteó la necesidad de una coordinación de esfuerzos que permitan ampliar la base presupuestal y promover y fomentar el posgrado nacional. También se reconoció la necesidad de elaborar un diagnóstico para el establecimiento de áreas prioritarias, tanto de carácter global como regional y local, y se propuso llevar a cabo un ejercicio de planeación estratégica integral, en la que se considere que dichos recursos humanos son imprescindibles para el crecimiento, así como acotar los criterios e indicadores del padrón de excelencia para lograr su reforma completa.

Los especialistas coincidieron en el imperativo de reorientar los posgrados para ser absorbidos por la industria, definiendo con precisión una política de mediano plazo del Estado mexicano, que establezca prioridades en materia de ciencia y tecnología. Por otra parte, se propuso que la edad máxima para el otorgamiento de becas oficiales sea de 30 años,

lo mismo que fomentar las actividades de divulgación científica, para crear vocaciones e incrementar el programa respectivo en coordinación con las fuentes de financiamiento, y se hizo hincapié en que la investigación científica no es responsabilidad exclusiva del Estado mexicano, por lo que resulta preciso crear mecanismos para que la iniciativa privada invierta en la formación de recursos humanos de alto nivel.

En cuanto a los foros sobre investigación científica, uno de ellos se realizó en Guanajuato y el otro en la ciudad de México, y en ellos se hizo patente la importancia de buscar alianzas entre las diferentes áreas del conocimiento y de crear esquemas locales de financiamiento para apoyar el desarrollo tecnológico enfocado a la realidad de cada región.

En estas reuniones se afirmó que el sistema de ciencia y tecnología de nuestro país, aunque pequeño, es adecuado, pero se insistió en que lo más importante es preservarlo y hacerlo crecer, estableciendo instituciones de investigación, donde los Jóvenes que se gradúan en las carreras de ciencia tengan un lugar de trabajo.

Por lo que toca a las ciencias sociales, los investigadores reconocieron la falta de atención que se les ha prestado, y solicitaron fomentar el diálogo académico entre éstas y las ciencias duras, reconociendo sobre todo la responsabilidad social de la investigación, respecto a la cual es preciso generar más proyectos vinculados con la industria y promover la creación de "Casitas de la ciencia", a fin de que niños y jóvenes se familiaricen con el conocimiento científico, además de fomentar una confianza mayor en los investigadores mexicanos.

El sector empresarial que participó en los foros aclaró que se debe tomar en cuenta que la vinculación no es un concepto meramente económico, ya que puede abarcar múltiples

cuestiones, como la colaboración entre la academia y la industria o el permiso para hacer uso de las instalaciones de una empresa o de una universidad.

Otro tema analizado en estos foros fue el correspondiente a desarrollo tecnológico, respecto al cual se efectuaron cuatro reuniones, una en Monterrey, Nuevo León; la segunda en Guadalajara, Jalisco; la tercera en Tijuana, Baja California, y la cuarta en la ciudad de México. En ellas se destacó la necesidad de la participación de empresarios, industriales, instancias gubernamentales y el sector privado, y una de las principales demandas fue el establecimiento de estímulos fiscales y el acceso a financiamientos de mediano y largo plazos.

Se planteó, asimismo, la urgencia de lograr la modernización de nuestra planta productiva mediante incentivos fiscales, pues una vez que los empresarios se decidan a invertir en ella se podrá hacer uso de los centros de investigación, y así, las empresas harán mancuerna con dichas instituciones y con las universidades, a efecto de poder llevar a cabo el desarrollo tecnológico del país. En este sentido, se manifestó la necesidad de mejorar la capacidad de elaboración de proyectos y de convocar a concursos, para obtener productos que puedan competir mundialmente, y se propuso dar acceso a las pequeñas y medianas empresas a la bolsa de valores, con el propósito de lograr financiamientos a mediano y largo plazos.

En la tercera reunión, los expertos insistieron en que uno de los principales retos en materia de ciencia y tecnología es la formación de recursos humanos de calidad, por lo que debe darse mayor difusión a las actividades científicas entre los jóvenes, además de desmitificarlas, para que éstos elijan una carrera en dichas disciplinas y los niños consideren los avances científicos y tecnológi-

cos como parte de su vida diaria y no como un simple trabajo escolar.

Se solicitó otorgar mayores apoyos económicos, tanto a la iniciativa privada como a los centros de investigación, y mejorar la vinculación entre dichos sectores mediante el fomento de la figura del gestor tecnológico, para que ambos cuenten con una perspectiva a futuro. De igual manera se precisó que no se pueden hacer planes sexenales, sino que, por el contrario, debe pensarse en el México que se desea tener en 20 ó 30 años. Los empresarios demandaron también tomar conciencia de que lo primordial no es importar tecnología, sino desarrollar productos nuevos y capacitar mejor a los trabajadores.

En otro de los foros, relativo al desarrollo tecnológico, el sector empresarial sostuvo que la falta de capital de riesgo, la limitada capacidad, el retraso de la producción y la baja tecnología, así como las altas tasas de interés y los procesos gubernamentales difíciles, desalientan la creación de nuevas empresas, por lo que se considera necesario que México cree su propia tecnología, al igual que las políticas respectivas.

Los ponentes propusieron crear un programa nacional, para que las instituciones educativas atiendan problemas específicos de las empresas, cobrando por ello, y establecer fondos de capital de riesgo sin intereses, destinados a apoyar proyectos viables. Asimismo, se solicitó llevar a cabo un estudio comparativo de las nuevas economías industrializadas, definir la proyección de las estrategias del desarrollo tecnológico, incrementar el crecimiento del capital intelectual, promover programas de vinculación tecnológica e impulsar la participación de las empresas mexicanas en eventos internacionales.

Otra de las propuestas fue la de estimular la innovación tecnológica del aparato productivo,



La licenciada Ofelia Ángeles, la doctora Julieta Fierro y la ingeniera Margarita Noguera durante uno de los foros de consulta sobre divulgación científica.

mediante la creación del Sistema Nacional de Tecnólogos, e instituir trámites más sencillos y atractivos en materia fiscal. En este sentido, una de las aclaraciones de las autoridades del Conacyt fue que dicha innovación tecnológica sea apoyada por todas las instancias, ya sean gubernamentales, privadas, académicas o de investigación.

Se señaló que para la industria de la transformación resulta de la más alta prioridad contar con tecnologías adecuadas que faciliten su competitividad en un mundo cada día más globalizado, en el que la apertura de México se encuentra prácticamente sin barrera alguna que le permita graduar la capacidad de su mercado. Además, se mencionó que entre los problemas que afrontan las empresas pequeñas y medianas están la inseguridad e incertidumbre jurídicas, la falta de definición de una política económica con sentido social, la competencia desleal en el mercado internacional, el contrabando y la falta de respaldo adecuado por parte de las secretarías de Relaciones Exteriores, de Hacienda y Crédito Público y de Economía.

El desarrollo regional fue tema de amplia discusión en los foros, y al respecto se efectuaron dos reuniones, una en Morelia, Michoacán, y otra en Ensenada, Baja California, en las cuales se planteó establecer una estrategia de apoyos fiscales que motiven al sector privado a invertir en proyectos de innovación tecnológi-

ca, ya sean modestos o ambiciosos, de acuerdo con el tamaño de las empresas y enriquecedores de la cultura empresarial.

Los participantes solicitaron que se efectúe una campaña directa con las empresas y no sólo dirigida a las cúpulas empresariales, pues resulta indispensable motivarlas mediante estímulos fiscales, para que invierten en tecnología; además, reconocieron la necesidad de descentralizar las investigaciones y la gestión, integrando foros de desarrollo en las diferentes regiones, para lo cual se requiere que los grupos de investigadores adopten una actitud positiva y con alto grado de tolerancia ante la frustración de las primeras etapas.

Deben buscarse intermediarios para vincular a la industria con la academia, dado que ambas cuentan con políticas muy claras de fomento; así, se propuso crear canales y mecanismos apropiados de financiamiento, que incluyan a las instituciones de ciencia y tecnología y a los gobiernos estatales y municipales, pues la cuestión regional es de vital importancia para el crecimiento de México, y las conexiones que surjan de estos foros serán fundamentales para dar seguimiento a las propuestas del Plan Nacional de Desarrollo.

Se comentó que, en los últimos años, la mayor parte de las estrategias de descentralización se ha basado en los esquemas operativos de las diferentes instituciones, pero ahora lo que se

necesita es definir las tácticas adecuadas, para encontrar nuevas vías de cooperación entre las universidades, los centros de investigación y las empresas.

En el foro de divulgación científica, que se llevó a cabo en la ciudad de México, participaron los representantes académicos y empresariales, así como los medios de comunicación, y en él se presentaron, entre otras, las siguientes propuestas: crear una instancia a manera de coordinación, red o sistema nacional que dé a conocer las actividades científicas y tecnológicas e incorpore a los organismos involucrados en esta tarea; efectuar un diagnóstico, tanto del estado actual de la difusión de la ciencia y la técnica, como de las políticas y acciones prioritarias que se realizan en este campo; promover estrategias gubernamentales que permitan contratar y formar recursos humanos que asuman la responsabilidad de divulgar lo que ya se está haciendo y lo que se pretende llevar a cabo en el futuro, y apoyar a la prensa y a los medios electrónicos que se esfuerzan por abrir y mantener espacios para la divulgación científica y tecnológica.

Todos los planteamientos expuestos en estos foros fueron recogidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y enviados a la Presidencia de la República, para ser considerados al momento de redactar el Plan Nacional de Desarrollo. 🌐

Biorremediación marina. Nuevos descubrimientos en sedimentos enterrados

“La naturaleza ha desarrollado ya, por evolución, organismos capaces de degradar innumerables compuestos tóxicos”, afirmó Jody Deming, exdirectora del Programa de Biorremediación de la Universidad de Washington, en la conferencia llevada a cabo en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Para ilustrar el punto, la especialista en el estudio de microorganismos que habitan en ambientes extremos, analizó diversos casos que demuestran la existencia de bacterias que pueden atacar e inactivar compuestos tóxicos anteriormente considerados no biodegradables, como los hidrocarburos policíclicos y el DDT. Además, la expositora describió cómo, en el curso de las investigaciones encaminadas a determinar la efectividad de medidas tomadas para cubrir residuos tóxicos presentes en el suelo de una bahía de Seattle, se descubrió el primer ejemplo de biodegradación de compuestos orgánicos policíclicos en ausencia de oxígeno.

Se descubrió también la existencia de una bacteria nueva, denominada *Cycloclasticus* (rompedora de ciclos), capaz de degradarse por sí sola, aunque requiere de la presencia del aire para este tipo de contaminantes. Otro ejemplo del poder de las bacterias para limpiar el ambiente es el de estos organismos, que en el fondo del mar, frente a la costa de Los Ángeles, degradan el DDT, insecticida altamente tóxico, que anteriormente se creía imposible de eliminar en forma natural. En ambos estudios, la medición de la tasa de desaparición de los compuestos contaminantes fue la clave que permitió detectar la actividad microbiana involucrada.

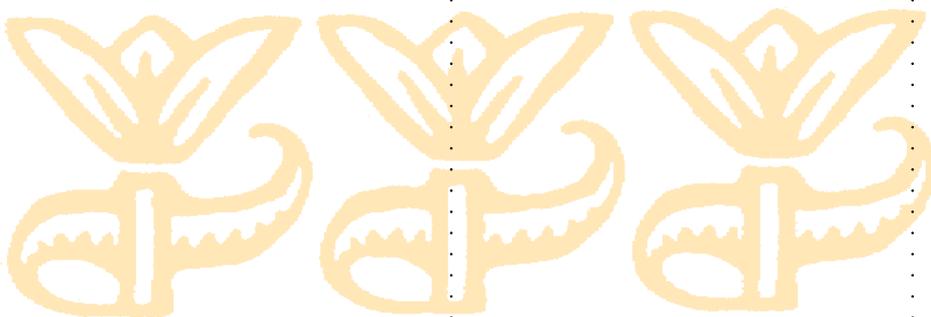
Según Deming, la biorremediación microbiana, en especial la llevada a cabo por organismos previamente existentes en el sitio, es un remedio mucho mejor para los problemas de contaminación que otras opciones, como por ejemplo la práctica usual de cubrir el material tóxico con una capa de lodo procedente de otro sitio: “En muchos casos, la sociedad y las agencias gubernamentales tendrán que decidir si podemos esperar unos meses o años para que la naturaleza limpie el lugar, o si el problema es tan urgente que deban tomarse otras medidas. Se trata de una carrera entre el contaminante y la bacteria, en la cual queremos que las bacterias ganen”, afirmó la investigadora.

Por su parte, Elva Escobar, investigadora del ICMyL, comentó que esta institución planea realizar investigaciones conjuntas con Deming, quien también ha estudiado las comunidades que existen alrededor de las chimeneas hidrotermales en el fondo marino, con objeto de conocer los microorganismos que habitan en el talud continental del golfo de México, donde

hay presencia de gas y petróleo, y se encuentran numerosas comunidades animales.

Jody Deming también impartió la conferencia Vida microbiana en el hielo del Océano Antártico invernal, implicaciones para la astrobiología, celebrada en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, abordando los conocimientos que se han obtenido al estudiar los microorganismos del hielo antártico –que pueden incluso existir en ausencia de oxígeno– y las implicaciones que éstos tienen sobre las posibilidades de existencia de vida en Marte, así como en la luna de Júpiter, en donde parece haber agua líquida debajo de una superficie de hielo.

Jody Deming ha recibido diversos premios, incluyendo la Medalla al Servicio del Ártico, y es miembro distinguido de la American Academy of Microbiology. Su especialidad es el estudio de microorganismos que habitan en ambientes oceánicos caracterizados por condiciones extremas de temperatura, presión o concentración de compuestos orgánicos inusuales. 🌐



Centro UNAM-HARLAN. Producción de animales de alta calidad para la investigación biomédica

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) firmó un convenio de colaboración científica con la empresa Harlan, para producir animales de laboratorio, cuyas características son la definición microbiológica y un perfil bien determinado, y que corresponden a las de los animales utilizados en todos los países desarrollados del orbe. Asimismo, se planea transformar la planta baja de la Unidad de Experimentación Animal del Conjunto E de la Facultad de Química en una instalación que técnicamente se llama de tipo barrera, y que consiste en un espacio cerrado, hermético y estéril, en donde se alojará a los animales reproductores que tienen la condición microbiológica deseada. Todos los insumos y equipos introducidos dentro de esta barrera son previamente esterilizados y el único medio de comunicación con el exterior son los recursos de descontaminación –una autoclave de alto vacío, un esterilizador químico, un portal de transferencia y una ducha desinfectante para el personal.

La inversión económica aportada por Harlan, y cercana al millón de dólares sería viable si no se contara con la participación de personal académico universitario de primera calidad, a cargo de cuyas operaciones se encuentran Isabel Gracia y su grupo de académicos, todos ellos profesionales egresados de la UNAM con estudios de posgrado y quienes, además, han sido entrenados y capacitados en los centros Harlan de los Estados Unidos. Así, la posibilidad de contar con animales de alta calidad permitirá a la UNAM y a otros centros universitarios competir mundialmente en la investigación de esta área.

La capacidad productiva del centro UNAM-Harlan será suficiente para abastecer el 85% de la demanda de los laboratorios de la institución

y cerca del 50% de dicha demanda en todo el país, y tendrá capacidad para producir alrededor de 100 mil animales por año. Si bien, las especies en un inicio serán ratas y ratones, Harlan produce y maneja alrededor de 250 cepas diferentes de ratón, que estarán al alcance de los investigadores mexicanos.

El precio final de los animales se basará en el costo de producción más una ganancia que permita la rentabilidad del proyecto, el desarrollo, el mejoramiento y diversas acciones posteriores. La UNAM puede intervenir para que estos costos de producción y porcentajes de ganancia sean equitativos y promuevan la investigación. De este modo, el Centro estará en condiciones de contar con los mismos procedimientos de operación que las empresas Harlan, certificadas con normas internacionales de calidad, como el ISO-9000, por lo que el bioterio de la UNAM calificará también con estas normas.

El reactivo biológico –en este caso los animales de laboratorio– será producido bajo las más estrictas normas de calidad, de control y de higiene, y se evitará la repetición de experimentos y el sacrificio de vidas animales inútilmente, lo cual no sólo repercutirá en un beneficio económico sino, incluso, bioético.

De acuerdo a la última encuesta realizada, la UNAM utiliza unos 120 mil animales por año. El costo de un animal varía desde los más comunes que no tienen dificultad alguna para reproducirse o distribuirse y cuyo costo aproximado es de 20 pesos, hasta ratones que cuestan 500 pesos cada uno. En este proyecto, los costos de transporte e importación desaparecen, y el precio estará basado en el costo de producción del animal, más una ganancia equitativa que se fijará de acuerdo a los términos del convenio, según el cual los

investigadores universitarios tienen la prioridad de satisfacer las demandas de la UNAM a precios preferenciales.

En lo que concierne a los beneficios para la Universidad en términos económicos debe señalarse que se le reintegrará en especie, es decir, en animales de experimentación, de acuerdo con las cantidades pactadas con Harlan, porque evidentemente se trata de una compañía comercial y no altruista. Harlan venderá al precio normal los excedentes de animales, es decir los que no son para la Universidad y no están incluidos dentro de este esquema de tarifas preferenciales.

En cinco años más, Harlan y la UNAM están en posibilidades de ratificar el convenio por otro tiempo determinado o darlo por finiquitado, y una ganancia adicional para la UNAM será la de conservar todos los equipos instalados, además, desde luego, de todo el conocimiento adquirido.

Para la UNAM, el convenio estipula que se reducen en un 20% los costos de importación de cualquier producto fabricado por empresas Harlan, entre ellos diversos bioproductos que van desde medios de cultivo hasta anticuerpos monoclonales utilizados para citometría de flujo. ●



BIP 2000, el robot bípedo que camina

El robot BIP 2000, que se presentó en la Exposición Universal de Hanover el año pasado, es fruto del proyecto común de varios laboratorios franceses, lanzado en 1994 y financiado por la región Poitou Charentes y por la Diputación Provincial de la Vienne. El objetivo de este proyecto consiste en fabricar robots de tipo bípedo, que caminen aplicando técnicas de control/mando (algoritmos y arquitectura) para sistemas complejos, y se realiza bajo la coordinación del Instituto Nacional de Investigación Informática y Automática (INRIA) y del Laboratorio de Mecánica de Sólidos de la Universidad de Poitiers, además de la participación del Laboratorio de Automática de Grenoble y del Laboratorio de Metalurgia Física de Poitiers.

El prototipo del robot BIP 2000 se compone de dos piernas y un tronco, y contará con 17 articulaciones en su versión final, que incluye 15 grados de libertad de movimiento y le permitirá caminar de forma antropomorfa en un plano horizontal o inclinado, libre de obstáculos, así como subir o bajar escaleras, y cuyas dimensiones y la estructura de movimiento de las piernas se inspiran en la cinemática humana. Este sistema es la síntesis de avanzadas investigaciones sobre concepción de mecanismos, tanto de carácter automático como en informático, con lo que se ha desarrollado un completo entorno de *software*

que permite la especificación, la verificación formal y la programación automática en tiempo real del control/mando.

El robot caminador pretende auxiliar al hombre en ciertas actividades personales o profesionales, tales como asistencia a domicilio de personas con movilidad reducida, ya que estos robots tienen la facultad de desplazarse sin una adaptación particular del entorno. También podrían utilizarse en funciones de mantenimiento de unidades industriales peligrosas, como las fábricas de productos químicos o centrales nucleares.

La aplicación de estas investigaciones no se limita, ya que las técnicas en estudio son lo suficientemente genéricas como para ser objeto de utilidad en otros campos. ●

Para mayor información dirigirse a:
INRIA, M. Christine Genest, BP 105, F - 78153
LE CHESNAY.

Contacto en Francia:
Tel: 33 1 39 63 55 18 Fax: 33 1 39 63 59 60
Página en internet: <http://www.inria.fr>

Contacto en México:
Centro Francés de Prensa Industrial y Técnica
Marion Locatelli
Tel: 52 5 282 98 30 / 31 Fax: 52 5 282 98 34
Correo electrónico: cefrapit@ri.rendint.com



Mosquito transgénico para erradicar el paludismo

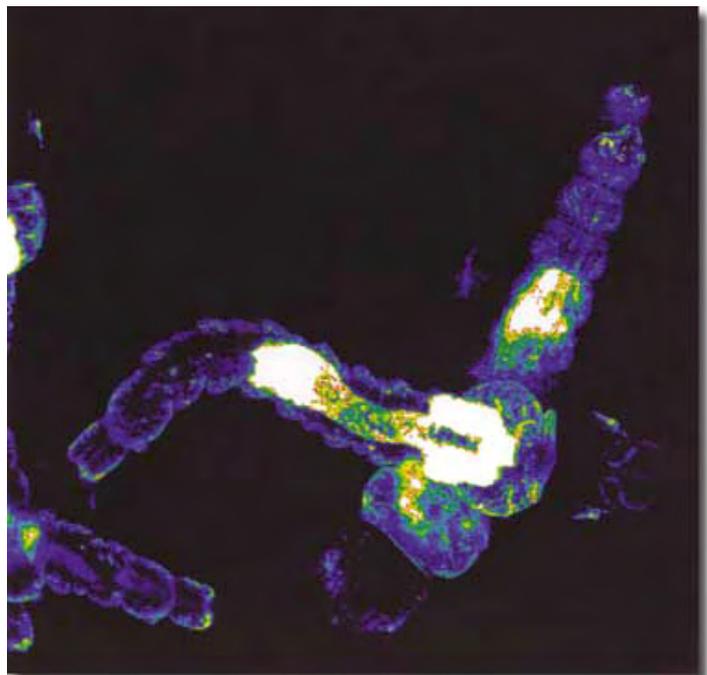
Se acerca la desaparición del paludismo, gracias a un mosquito transgénico transmisor de la enfermedad, creado por un equipo de científicos europeos, dirigido por británicos. Esta posibilidad, producida por la introducción de un marcador genético extraño en el genoma del mosquito, podría terminar con la propagación del padecimiento, y la operación constituiría en manipular los genes de los mosquitos para interrumpir la transmisión de la enfermedad, alterando la actividad del plasmodio causante del paludismo o esterilizando a los mosquitos machos.

Los científicos del Imperial College de Londres y del laboratorio europeo de biología molecular de Heidelberg, Alemania, han dado a conocer un informe completo del proyecto, en el que se muestran unánimes a la hora de valorar el enorme potencial que tiene esta nueva técnica para combatir el paludismo. El proyecto está financiado por la empresa Implex, la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Unión Europea.

Andrea Crisanti, investigador del Imperial College y miembro del equipo, menciona: "Ahora podemos manipular genes muy concretos, que nos van a permitir 'atacar' genéticamente al mosquito, para que no sea transmisor de la enfermedad. Espero que antes de seis años habremos sido capaces de crear un mosquito estable, sin riesgos y que físicamente sea incapaz de transmitir el parásito causante del paludismo. Tras 15 años de pruebas para llegar a un mosquito transgénico, creo que ahora hemos dado un paso gigante. No es que vayamos a curar el padecimiento, pero ya tenemos la clave."

El proyecto se ha puesto en marcha en un momento muy oportuno pues, según la OMS, en el mundo se producen 500 millones de casos de paludismo al año, que dan lugar a 2.7

Solución estéril: imagen digital de larvas de un mosquito transgénico. Las zonas blancas son la mayor expresión del gen, y las oscuras las de menor expresión.



millones de muertes, de las que más de un millón corresponden a niños y jóvenes africanos. La enfermedad está causada por un pequeño parásito llamado plasmodio (*Plasmodium falciparum*) y se transmite por los mosquitos anófeles hembras cuando chupan la sangre de las personas. Una vez transmitido, el plasmodio se desarrolla en el hígado antes de pasar a la sangre, donde destruye los glóbulos rojos. Esta situación empeora año con año, pues el plasmodio se ha hecho resistente a la mayoría de los medicamentos que se han utilizado contra el paludismo en las zonas endémicas, y los mosquitos también se están haciendo resistentes a los insecticidas.

Los investigadores utilizan una tecnología de transferencia genética, que ya ha tenido éxito en otras especies, como la de la mosca de la fruta (*Drosophila*), que han adaptado luego al anófeles (*Anopheles stephensi*). Un problema importante que el equipo superó en su investigación es que los huevos del mosquito, una vez puestos, se endurecen muy rápidamente, lo que dificulta en gran medida su manipulación. Los científicos descubrieron un producto que retarda el endurecimiento y no interfiere en el desarrollo de los embriones, lo cual permite introducir los genes sin dañar el huevo. El mosquito transgénico creado por los investigadores tiene un gen más, que produce una proteína verde fluorescente, que se ha utilizado

porque es un marcador muy visible a la luz ultravioleta; así se sabe que el mosquito lleva incorporado el gen.

Aunque a mucha gente le preocupa la manipulación genética, el equipo de Crisanti afirma estar convencido de que es casi imposible que su proyecto tenga resultados contraproducentes; pues pasaron dos millones de años para que el virus del paludismo reconociera al anófeles como huésped, y sería prácticamente imposible que otro virus recorriera ese mismo camino en menos tiempo.

A pesar de su optimismo, sólo se liberarán los mosquitos tras un riguroso proceso de información y control. Cabe señalar que ya existen insectos transgénicos, que han servido para luchar contra otras plagas y enfermedades, como la mosca de la fruta del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y la del saltito (*Chrysomya bezziana*). Estas moscas, que se habían modificado genéticamente para que los machos fueran estériles, ha permitido la erradicación de las mencionadas enfermedades en América Central y en Libia. 🌐

Para más información, dirigirse a:
Dr. Andrea Crisanti, Department of Biology,
Imperial College London, London, United
Kingdom, SW7 2AZ. Tel.: +44 2075 94 54 26.
Correo electrónico: a.drcrisanti@ic.ac.uk
Página en internet: www.ic.ac.uk

Mireia Artís Mercadet, autora del artículo "Los últimos 30 años del siglo, una mutación científico cultural", realizó los estudios de licenciatura en biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; los de posgrado en genética molecular en la universidad de París; los de filosofía de la ciencia en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y los de historia de la ciencia en la Universidad Autónoma de Barcelona. En su trayectoria académica, el interés fundamental han sido las relaciones de la ciencia con la sociedad, y en la actualidad se desempeña como investigadora titular del Departamento de Ciencias de la Salud de la UAM.

Correo electrónico: martis@campus.uoc.es

Silvia Berrocal Ibarra, coautora del artículo "Radiación ultravioleta y fisiología vegetal", nació en la ciudad de México el 21 de junio de 1958. Llevó a cabo sus estudios de licenciatura en biología en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México, y su maestría en ciencias, con la especialidad en fisiología vegetal, en el Colegio de Posgraduados, donde actualmente realiza su doctorado en la especialidad de botánica.

Daniel Francisco Campos Aranda, autor del artículo "¿Qué es la agroclimatología de cultivos?", nació en la ciudad de San Luis Potosí el 9 de marzo de 1950. Realizó la licenciatura en ingeniería civil en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) y obtuvo dos diplomados de especialización en hidrología general y aplicada, así como en ingeniería de regadíos en el Instituto de Hidrología del Centro de Estudios Hidrográficos de Madrid, España; posteriormente llevó a cabo la maestría y el doctorado en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha sido docente en la Facultad de Ingeniería de la UASLP, lo mismo que en la División de Educación Continua de la propia Facultad, y ha ejercido profesionalmente como ingeniero de proyectos, ingeniero hidrólogo y especialista en agroclimatología. Asimismo, es autor de 31 artículos publicados en revistas de circulación nacional e internacional y pertenece a diversas asociaciones, entre las que destaca el Colegio Universitario de Ciencias y Artes, A.C. de su estado natal, en donde fungió como presidente durante 1997, así como de las asociaciones Mexicana de Hidráulica y Mexicana de Agroclimatología, de la Organización Mexicana de Meteorólogos y del Colegio Universitario de Ciencias y Artes. Recibió la Medalla Gabino Barreda, de la UNAM, entre otras distinciones y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. (nivel 1).

José Luis Carrillo Aguado, autor del estudio "Cáncer no es sinónimo de muerte", obtuvo la licenciatura en ciencias de la comunicación por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y posteriormente un diplomado en Divulgación de la Ciencia en el Museo Universum de dicha casa de estudios. Es miembro titular de las sociedades Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), así como de la Mexicana para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología (Somprocyt). En 1993 ganó el Premio al Mejor Reportaje de la revista *Ciencia y Desarrollo* del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el trabajo "Honor a quien honor merece". Es autor de más de 200 artículos de divulgación científica, publicados en revistas y diarios nacionales; y actualmente funge como coordinador de información del *Anuario de investigación y posgrado 1999*, y es reportero de la Coordinación de Difusión y Divulgación Científica del Instituto Politécnico Nacional.

Ana María Cetto, autora del artículo "Publicación electrónica en ciencia, retos y oportunidades", obtuvo los grados de licenciatura, maestría y doctorado en física por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como la maestría en biofísica de la Universidad de Harvard. Es investigadora titular C del Instituto de Física, profesora titular, exdirectora de la Facultad de Ciencias de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel III). En el campo de la física teórica ha publicado 65 artículos de investigación, ha dirigido más de veinte tesis de licenciatura y posgrado e impartido más de 100 cursos, y ha sido investigadora visitante de las universidades de Londres, París, Roma y Santander. Es coautora de *The Quantum Dice: An Introduction to Stochastic Electrodynamics* (Kluwer, 1995) y ha publicado también varios libros de texto y de consulta, además de 80 trabajos sobre temas de ciencia y sociedad, enseñanza de las ciencias y publicaciones científicas. Fue coordinadora del proyecto del Museo de la Luz, de la UNAM y directora de la *Revista Mexicana de Física*. Es miembro de la Junta de Gobierno de la Universidad de las Naciones Unidas y asesora científica del Director General de la UNESCO para la Conferencia Mundial sobre la Ciencia, así como presidenta del Comité Ejecutivo de las Conferencias Pugwash (Premio Nobel de la Paz, 1995). En 1998 recibió la Presea Dorada de la Liga Internacional de Humanistas y, en el año 2000, el Premio al Desarrollo de la Física en México, otorgado por la Sociedad Mexicana de Física.

Mario García Hernández, autor del artículo "Los números, la física, la química y la biología III", nació en San Cristobal de las Casas, Chiapas, el 3 de febrero de 1927. Realizó la licenciatura en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y recibió el título de químico bacteriólogo y parasitólogo. Fue becario del Institute of International Education y de la Wisconsin Alumni Research Foundation en los Estados Unidos,

y obtuvo la maestría en bioquímica y el doctorado en filosofía en dicha Universidad; además, llevó a cabo un posdoctorado en el Laboratorio Donner de biofísica de la Universidad de California, en Berkeley. Fue investigador bioquímico en el Instituto Nacional de Cardiología y profesor titular (fundador) de la Sección de Graduados de la ENCB y del Departamento de Bioquímica, cuya aula lleva su nombre desde 1984, y primer Secretario Académico del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN. Entre sus campos de estudio se encuentran los relacionados con estructura, función y biogénesis de organelos celulares; lipoproteínas séricas y regulación e integración metabólica. Fue fundador de la Sociedad Mexicana de Bioquímica (1957) y tesorero de la Pan-American Association of Biochemical Societies (1978). Es jubilado desde 1983 por el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, y actualmente está interesado en el estudio del principio antrópico cosmológico y del fenómeno de la experiencia consciente. Desde 1983 colabora como asesor editorial en la revista *Ciencia y Desarrollo* del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Ignacio Guzmán Betancourt, autor de la reseña del libro *Lenguas en peligro*, nació en el estado de Sinaloa en 1948. Obtuvo su licenciatura en lingüística por la Escuela Nacional de Antropología e Historia, y su maestría en ciencias antropológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México; posteriormente, en 1976, fue becado por el gobierno francés para llevar a cabo estudios de posgrado en la Universidad de Estrasburgo, en donde realizó su doctorado en lingüística y filología románticas. Desde 1974 es investigador titular C de la Dirección de Lingüística del Instituto Nacional de Antropología e Historia, en donde tiene a su cargo el proyecto Historia de las ideas lingüísticas en México. Es autor de libros y ensayos sobre temas históricos y lingüísticos, entre los que destacan, *Gramática del náhuatl de Santa Catarina, Morelos, sus estudios etimológicos, toponímicos e historiográficos*, así como de las ediciones facsimilares de las obras de Andrés Pérez de Ribas, *Historia de los triunfos de nuestra santa fe, entre gentes las más bárbaras y fuera del Nuevo Orbe* (Madrid, 1645), y de Eustaquio Buelna, *Peregrinación de los aztecas y nombres geográficos indígenas de Sinaloa (1892)*, publicadas por la editorial Siglo XXI. Es miembro fundador y actual presidente de la Sociedad Mexicana de Historiografía Lingüística A.C., e integrante del Sistema Nacional de Investigadores desde 1986.

Correo electrónico: iggb@datasys.com.mx

Alicia Lara Lemus, coautora del artículo "Los últimos 30 años del siglo, una mutación científico cultural", obtuvo el título de química-farmacéutica-bióloga por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y posteriormente realizó la maestría en biología experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana, campus Iztapalapa (UAM-I), así como el doctorado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. En la actualidad se

desempeña como profesor titular del Departamento de Ciencias de la Salud de la propia UAM, donde lleva a cabo trabajos de investigación en psicofarmacología, con particular interés en las cuestiones bioéticas de su especialidad.

Correo electrónico: lara@xanum.uam.mx

Jesús Leyva Ramos, autor del artículo "Los sistemas computacionales abiertos, un entorno de rápido desarrollo tecnológico", obtuvo la licenciatura en ingeniería mecánica-eléctrica en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASL). Posteriormente realizó los estudios de maestría y doctorado en esta misma disciplina en el Instituto Tecnológico de California y en la Universidad de Houston, respectivamente. Se ha desempeñado como profesor asociado de la Universidad Iberoamericana, como ingeniero en radiofrecuencias y microondas del Jet Propulsion Laboratory; es *teaching fellow* en la Universidad de Houston y director de estudios profesionales y de ingeniería en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus San Luis Potosí. Asimismo, ha sido nombrado profesor-investigador visitante en las universidades de Brown y de Texas A&M, y en la actualidad es profesor de la Facultad de Ingeniería de la UASL y miembro de las Academias Mexicana de Ciencias y Nacional de Ingeniería, así como del Sistema Nacional de Investigadores.

Correo electrónico: jleyva@deimos.tc.vaslp.mx

Pilar Máynez Vidal, autora del artículo "El náhuatl en la historia de México: entre la exclusión y la integración", es maestra y doctora en lingüística hispánica por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), grados en los que obtuvo Mención Honorífica. Es profesora-investigadora de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, donde imparte las asignaturas de teorías lingüísticas I y II en la carrera de letras hispánicas. Ha publicado numerosos artículos en revistas especializadas nacionales y del extranjero. Entre sus libros destacan *Religión y magia, un problema de transculturación lingüística en Sahagún*, y *Fray Diego Durán, una interpretación de la cosmovisión mexicana*, y también el de *Angel María Garibay. En torno al español hablado en México*. En 1998 obtuvo la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos en el área de investigación en humanidades, y es integrante del Sistema Nacional de Investigadores.

César Medina Salgado, autor de la reseña del libro *Magic Molecules: How Drugs Work*, obtuvo la licenciatura en administración por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y la maestría en administración pública en el Centro de Investigación y Docencia Económica A.C. Actualmente cursa el doctorado en estudios organizacionales en la propia UAM, y 1989 a la fecha ha fungido como profesor titular "C" del Departamento de Administración de la

misma casa de estudios. Es autor de 15 artículos publicados en revistas de circulación nacional e internacional, así como de dos capítulos de libros, y de la obra *Ciencia y tecnología, un enfoque administrativo*, publicada por dicha institución en 1994.

Correo electrónico: mhc@hp9000a1.uam.mx

Ma. Teresa Orta Ledesma, coautora del artículo "Gases de invernadero generados por residuos sólidos", nació el primero de junio de 1954. Realizó sus estudios de licenciatura en ingeniería química y la maestría en ingeniería sanitaria en la Universidad Nacional Autónoma de México, y el doctorado en ciencias químicas en la Universidad de Rennes, Francia. De 1976 a 1979 trabajó en el sector gubernamental dentro de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico, además de laborar en consultoras privadas durante dos años y en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, durante 13. Ha desarrollado 38 proyectos sobre tratamiento de agua potable, residual y residuos peligrosos, y en últimas fechas acerca del manejo adecuado de los lixiviados y aprovechamiento de gas de residuos sólidos. Ha publicado 8 artículos en revistas extranjeras y mexicanas; así como en memorias de congresos internacionales y nacionales, es autor de un libro. De octubre de 1989 a julio de 1992 fue becaria de la DEGAPA, UNAM, y en noviembre de 1992 obtuvo su repatriación por medio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Desde 1995 es integrante del Sistema Nacional de Investigadores (nivel I).

Correo electrónico: tol@pumas.iingen.unam.mx

Julián Prieto Magnus, coautor del artículo "Los sistemas computacionales abiertos, un entorno de rápido desarrollo tecnológico", obtuvo la licenciatura en ingeniería en sistemas computacionales, y la maestría en ciencias computacionales en el Instituto de Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus San Luis Potosí y campus Estado de México, respectivamente. Con posterioridad llevó a cabo el doctorado en ciencias administrativas, con especialidad en sistemas de información, en el Instituto para la Organización de la Industria, en Varsovia, Polonia, y durante los años de 1993 y 1994 se desempeñó como consultor en sistemas de información; en la actualidad funge como director de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales del ITESM, campus San Luis Potosí.

David Ríos Jara, autor del artículo "Diagnóstico de la Industria Cerámica en México", es Licenciado y Maestro en Ciencias (Física), por la Universidad Nacional Autónoma de México y obtuvo el Doctorado en Ciencias en el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Lyon, Francia. Ha sido Presidente de la Academia Mexicana de Ciencia de Materiales. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencia y Presidente de la Sección Regional Norte de la

Asociación de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT). Dirige el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV).

Correo electrónico: riosjara@mail.cimav.edu.mx

www.cimav.edu.mx

Ma. Neftalí Rojas Valencia, autora del artículo "Gases de invernadero generados por residuos sólidos", nació el 16 de noviembre de 1965. Realizó sus estudios de licenciatura en biología en la ENEP-Iztacala y de maestría en ciencias en la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Desde 1993, ha trabajado en el área de ingeniería ambiental del Instituto de Ingeniería, de la UNAM, y ha participado en 18 proyectos de investigación sobre ingeniería ambiental, limnología, microbiología ambiental, ingeniería de procesos y modelos de calidad del agua, así como en el tratamiento, reúso, desinfección y bacteriología en aguas residuales, y sus estudios más recientes se han enfocado hacia el impacto ambiental por operación de rellenos sanitarios municipales. Ha participado como coautora en cinco artículos de revistas y en uno como autora; asimismo es coautora de 13 informes sobre proyectos de investigación y ha presentado siete ponencias nacionales y seis internacionales. De 1991 a 1992 fue becaria del Instituto de Ingeniería de la propia UNAM y en la actualidad es técnico académico titular A de la misma institución.

Correo electrónico: nrov@pumas.iingen.unam.mx

Lucero del Mar Ruiz Posadas, autora del artículo "Radiación ultravioleta y fisiología vegetal", nació en la ciudad de México el 18 de diciembre de 1960. Es bióloga egresada de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México, y obtuvo su doctorado en fisiología vegetal en la Universidad de Lancaster, Inglaterra. Actualmente es profesora-investigadora en la especialidad de botánica del Colegio de Posgraduados, donde imparte la materia de ecofisiología de estomas. Su principal línea de investigación se basa en el estudio del efecto de algunos contaminantes ambientales en la fisiología de las plantas. Cabe señalar que en 1998, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología le aprobó el proyecto denominado Efecto de la interacción de la radiación ultravioleta y sequía en la tasa fotosintética y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Claudia Sheinbaum Pardo, coautora del artículo "Gases de invernadero generados de residuos sólidos", nació el 24 de junio de 1962. Realizó sus estudios de licenciatura en física en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como la maestría y el doctorado en ingeniería

energética en la División de Estudios de Posgrado de dicha Facultad. También realizó una estancia doctoral de tres años en el Lawrence Berkeley Laboratory de la Universidad de California y egresó del Programa Leadership for Environment and Development del Colegio de México y de la Fundación Rockefeller. Tiene diversas publicaciones en revistas internacionales sobre el tema de energía y ambiente en México y actualmente es investigadora titular A y profesora del Instituto de Ingeniería de la UNAM, así como miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I. Entre sus investigaciones más recientes destacan las desarrolladas sobre el modelo de escenarios energéticos y de emisiones para México, apoyadas por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; y *el Inventario de gases de efecto invernadero para el área metropolitana de la ciudad de México*, publicado con ayuda del Banco Mundial.

Correo electrónico: csp@pumas.iingen.unam.mx



GIDE MEXICO

MUSEO ITINERANTE



EDUCACION - CIENCIA - TECNOLOGIA

<ul style="list-style-type: none"> - Óptica - Láser - Fibras ópticas - Holografías - Mecánica - Calor - Química - Historia - Geografía 	<ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas - Electricidad - Magnetismo - Electrónica - Energía - Zoología - Botánica - Robots - Juegos de destreza
---	---

Astronomía con planetarios para niños y adultos

MUSEO CULTURAL

- ★ Época prehispánica de México
- ★ Historia de la Tierra
- ★ Origen y evolución del hombre

Exhibidores interactivos con sistema audiovisual. Multimedia con preguntas y respuestas



VENTA o RENTA

Tel. 5608-5043 Fax. 5695-3406
gide@data.net.mx www.gide.com.mx



FE DE ERRATAS

Por un error de interpretación de los editores, en el pasado número 157 (marzo-abril) de nuestra revista, apareció publicado el artículo *"Sobre la falacia del factor de impacto de las publicaciones científicas"* con imprecisiones, esto es, en el manuscrito original se enviaron indicados los Factores de Impacto (FI) como enteros con milésimos (ejemplo: 1.000). Los editores en complicidad con el monstruo de la errata, convertimos los enteros indicados con milésimos en miles de enteros (ejemplo: 1.000 fue interpretado como mil). Así:

1. Página 77, primer párrafo, renglón 7:
Dice: "Una revista con un FI mayor a mil"
Debe decir: "Una revista con un FI menor a 1.000"
2. Página 78, 2da. columna, 2do. párrafo, 3er. renglón:
Dice: "(con FI que llegan hasta 18 mil)"
Debe decir: "(con FI que llegan hasta 18.000)"
3. Página 79, 1ra. columna, primer párrafo, 6to. renglón:
Dice: "Sólo en revista con FI mayor de mil"
Debe decir: "Sólo en revista a FI mayor de 1.000"
4. Página 79, 1ra. columna, 2do. párrafo, último renglón:
Dice: "Superar a 3500"
Debe decir: "Superar a 3.500"
5. Página 79, 1ra. columna, 4to. párrafo, último renglón:
Dice: "Siempre menor a mil"
Debe decir: "Siempre menor a 1.000"
6. Página 79, 2da. columna, 2do párrafo, 4to. renglón:
Dice: "revista en FI mayor a mil"
Debe decir: "revista en FI mayor a 1.000"
7. Página 80, 1ra. columna, 4to. párrafo, 2do. renglón:
Dice: "revista con un FI mayor a mil contribuyen"
Debe decir: "revista con un FI mayor a 1.000 contribuyen"
8. Página 80, 1ra. columna, último párrafo, 3er. renglón:
Dice: "tener 30 publicaciones en revista con FI mayor de mil"
Debe decir: "tener 30 publicaciones en revista con un FI mayor de 1.000"
9. Página 80, 2da. columna, 1er. párrafo, 2do. renglón:
Dice: "cuyo FI promedio es de 2670"
Debe decir: "cuyo FI promedio es de 2.670"
10. Página 80, 2da. columna, 1er. párrafo, 3er. renglón:
Dice: "en revista con mil de factor"
Debe decir: "en revista con 1.000 de factor"
11. Página 80, 2da. columna, 2do. párrafo, 2do. renglón:
Dice: "en revista con FI de mil, factor que representa"
Debe decir: "en revista con FI de 1.000, factor que representa"
12. Página 80, 2da. columna, 2do. párrafo, 4to. renglón:
Dice: "(2 670 en promedio)"
Debe decir: "(2.670 en promedio)"
13. Página 80, 2da. columna, 3er. párrafo, 4to. renglón:
Dice: "menos mil, y más de dos mil citas"
Debe decir: "menos 1.000, y más de dos mil citas"

Información para los autores

La revista *Ciencia y Desarrollo* tiene como objetivo central difundir a través de sus páginas la pertinencia y utilidad social del conocimiento científico y tecnológico. Esta publicación está dirigida a un público interesado en acrecentar sus conocimientos y en fortalecer su perfil cultural con elementos propios de la ciencia y de la tecnología. En ella se incluirán artículos sobre diversos aspectos del conocimiento, además de ensayos, reportajes, reseñas bibliográficas y noticias sobre el acontecer de la ciencia tanto nacional como internacional.

Se invita a los integrantes de la comunidad académica a enviar colaboraciones, las cuales serán parte fundamental de la revista. Estas podrán versar sobre temas científicos o humanísticos y deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y que resulte accesible para un público con estudios mínimos de bachillerato.

MECANISMO EDITORIAL

Las colaboraciones propuestas serán evaluadas por expertos en la materia. Los criterios preponderantes que se aplicarán para decidir sobre la publicación de todo texto serán la calidad y precisión de la información, el interés general del tema expuesto y el lenguaje comprensible y claro que se utilice en la redacción del mismo.

En los casos de textos que necesiten corrección –de acuerdo con las observaciones hechas por los evaluadores–, los autores podrán enviar una versión corregida de éstos, en la que plasmen las modificaciones que se señalan en la evaluación.

PRESENTACION DE MANUSCRITOS

Las colaboraciones deberán presentarse por duplicado y cumplir con los requisitos que a continuación se mencionan:

- a) Los textos deberán tener una extensión mínima de seis cuartillas y como máximo alcanzarán 10, incluidas en ellas las referencias y la bibliografía. Todas las páginas deberán estar numeradas, incluyendo la carátula. Si se trata de una reseña bibliográfica, ésta no deberá exceder la cuartilla y media, siguiendo la presentación que aparece en el inciso d).
- b) La carátula deberá registrar el título del artículo, el cuál no excederá de cuatro palabras, el nombre del autor o autores, el de sus instituciones y departamentos de adscripción, con las direcciones postales y electrónicas, así como los números telefónicos y de fax que correspondan.
- c) Deberá enviarse un resumen curricular –no mayor de media cuartilla (14 líneas)–, en el que se incluyan los siguientes datos: nombre, lugar y fecha de nacimiento, estudios y experiencia profesional, artículos, publicaciones, distinciones (lo más relevante), apoyos recibidos por el Conacyt (becas, proyectos de investigación, relación con el SNI), así como su fotografía tamaño infantil, de preferencia a color. Dicha in-

formación se utilizará para conformar la sección de LOS AUTORES.

- d) El texto deberá ser enviado en hoja tamaño carta, a doble espacio, incluyendo las referencias y la bibliografía, con el margen izquierdo de 3 cm y el derecho de 2, acompañado, de ser posible por el archivo en un disquette de 3.5 para computadora, realizado en cualesquiera de los programas más comunes de procesamiento de textos. La cuartilla constará de 27 líneas, sin división silábica, y se utilizará de preferencia el tipo Times New Roman de 12 puntos. Los párrafos no llevarán espacio entre ellos, salvo en los casos del título y los subtítulos.
- e) Los términos técnicos que aparezcan en el texto deberán explicarse claramente en la primera mención, al igual que las abreviaturas. Se evitará, asimismo, el uso de fórmulas y ecuaciones. En el caso de que éstas deban utilizarse, se buscará aclarar –de la manera más didáctica posible– su significado.
- f) El número máximo de referencias será de cinco. En caso de que un artículo lo exceda, *Ciencia y Desarrollo* sólo publicará cinco citas a juicio del editor.
- g) Se recomienda acompañar el texto con una bibliografía complementaria de cinco fichas como máximo. En caso de que este número se rebase, el editor seleccionará los títulos que a su juicio más convengan. La bibliografía se colocará al final del artículo, y deberá aparecer numerada para facilitar su señalamiento con superíndices en el texto cuando se considere necesario. Las fichas bibliográficas deberán contener los siguientes datos: autores o editores, título del artículo, nombre del libro o de la revista, lugar, empresa editorial, año de la publicación, volumen y número de páginas.
- h) La inclusión de gráficas o cuadros se realizará sólo en aquellos casos en los que la presentación de datos sea de particular importancia para la comprensión o ilustración del texto y se limitará a dos, ya sea un cuadro y una gráfica, dos cuadros o dos gráficas.
- i) Todo artículo se presentará acompañado de seis ilustraciones que podrán utilizarse como complemento informativo o estético para el texto; no obstante, el número y la pertinencia de éstas serán objeto de consideración editorial. Las imágenes en color deberán enviarse en diapositivas de alta calidad y las fotografías en blanco y negro, como impresiones fotográficas en papel brillante de alto contraste. En una hoja aparte, deberán enviarse los pies de fotografía, cuyo contenido no deberá exceder de tres líneas, identificando con claridad las correspondencias, así como los créditos respectivos cuando no sean propios de los autores.
- j) Los manuscritos pueden enviarse para consideración editorial a:

Ciencia y Desarrollo

Av. Constituyentes 1046, edificio anexo, 1er. piso

Col. Lomas Altas

11950 México, D.F.

Tel: 5327-7400, ext. 7723 y 7724; fax: 5327-7400, ext. 7723

Email: cienciaydesarrollo@conacyt.mx